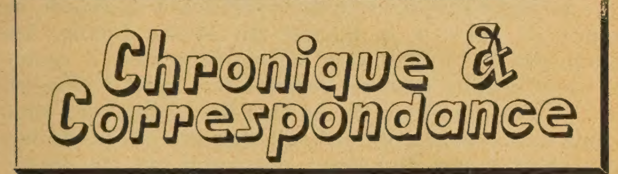
REVUE GENERALE DES SCIENCES
PURES ET APPLIQUEES
ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES
TOME LXVII Mai-Juin 1960 N°s 5-6.



Le Musée Liebig de Giessen a 40 ans

Justus Liebig, né à Darmstadt en 1803, a fait ses études à Bonn et à Erlangen. Grâce à une bourse qui lui a été attribuée à deux reprises par le Grand-Duc Louis 1er de Hesse, son vœu le plus cher, poursuivre ses études à Paris, a pu être réalisé. Il y fit la connaissance de Alexandre von Humbolt qui l'introduisit dans le milieu des savants à la Sorbonne, le recommanda enfin chaleureusement au Grand-Duc de Hesse : ...« ce sera un professeur qui fera honneur à son pays... » C'est ainsi que Liebig vint à Giessen, à l'âge de 21 ans. Comme il n'y avait plus de place pour lui dans le laboratoire à l'époque, on l'envoya dans un ancien poste garde. C'est dans ce poste que Liebig installa son laboratoire, derrière lequel 4 petites pièces sans chauffage servaient aux cours, à l'entrepôt de matériel, d'appareils, etc. En 1835 Liebig, grâce à la construction d'une annexe, put avoir son propre laboratoire et cabinet d'étude. En 1839 l'institut fut considérablement agrandi de deux grandes pièces servant de laboratoires, d'une bibliothèque et d'un amphithéâtre. Liebig avait alors 107 auditeurs et 59 stagiaires ; il avait commencé avec 12. En 1852, Liebig alla à Munich. Au cours des années 70, un nouvel institut fut construit et l'ancien utilisé à des besoins divers. Liebig mourut à Munich en 1873.

De ce lieu vénérable dans lequel, par une méthode tout à fait nouvelle, Liebig donna aux élèves-chimistes un enseignement lié à des exercices pratiques, on se décida d'en faire vers 1900 un Musée Liebig. Le Dr E. A. Merk, médecin-conseil, s'employa de toute son énergie à la réussite de ce projet. Il se porta garant

du montant à verser pour l'achat du terrain et en fit don par la suite à la Société du Musée Liebig. C'est le professeur Sommer qui, dès le début, avait insisté sur l'importance du Musée Liebig, que ce soit par des écrits, des discours ou des conférences. Infatigable, Sommer était sans répit à l'œuvre ; il travailla avec un idéal presque incroyable, infatigable, jusqu'à l'achèvement de l'œuvre.

Une grande partie de l'installation et de l'appareillage avait été récupérée pour la nouvelle construction, le Musée, mais il en manquait beaucoup.

En décembre 1909, un comité de travail se réunit, qui donna naissance en 1911, à la Société du Musée Liebig. Les objets faisant partie de l'installation se trouvant dans le nouveau bâtiment furent rendus, d'autres reproduits d'après les dessins encore existants. Des membres de la famille Liebig, des descendants d'anciens élèves et d'amis ont fait don de lettres, de manuscrits et de maintes choses de valeur. Des fonds ont été réunis à l'aide d'une souscription afin de remettre en état l'ensemble du bâtiment et des diverses pièces.

Le 26 mai 1920, le Musée fut ouvert. Au cours de ces 40 années, une partie de la correspondance de Liebig, des manuscrits et divers objets précieux nous ont sans cesse été offerts pour le Musée, entre autre du Baron Justus von Liebig, un précieux buste de son grand-père ; son frère Henri nous a fait don du bureau avec tous les livres qui jadis le garnissaient. La façade du bâtiment a été endommagée durant la guerre. La ville de Giessen a immédiatement restauré l'édifice et, grâce à une nouvelle souscription le Musée a pu être solennellement réouvert en 1952. A cette occasion, 15 membres de la famille Liebig étaient présents et, de la chaire où siégeait autrefois son grand-père, le Baron Henri von Liebig exprima sa reconnaissance pour cette réunion.

C'est avec une gratitude sincère que nous nous souvenons aujourd'hui de ceux qui, conscients de leur devoir, ont entretenu pour la postérité ce lieu vénérable. C'est en effet de cet institut que sont sortis à l'époque de Liebig les plus grands professeurs : les Français Charles Gerhart, Adolphe Wurtz, les Anglais Williamson et Playfair, le Suisse Marignac et les Allemands Max Pettenkofer, Remigius Fresenius, Adolphe Strecker, Auguste Guillaume Hofmann et Auguste Kékulé.

Puisse cet institut créé par Liebig, devenir l'exemple de tous les instituts de chimie du monde entier.

Le texte que nous publions ci-dessous est un rapport du « Comité National de la Chimie » ; Nous tenons à remercier ici M. le Professeur G. Chaudron, *membre de l'Institut, qui a bien voulu en autoriser la publication dans la R.G.S.*

Rapport sur l'Enseignement de la Chimie dans l'Enseignement Supérieur

par P. LAFFITTE

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

I. Considérations générales

L'enseignement de la Chimie dans l'Enseignement Supérieur est, en France, dispensé d'une part dans les Facultés des Sciences et, d'autre part, dans un certain nombre d'écoles généralement désignées sous le nom de « Grandes Ecoles ». Parmi ces écoles les unes (Ecole Polytechnique, Ecole des Mines, Institut National Agronomique, etc.) dépendent généralement de Ministères autres que celui de l'Education Nationale; d'autres sont rattachées au Ministère de l'Education Nationale (Direction de l'Enseignement Supérieur) par l'intermédiaire des Facultés des Sciences: ce sont les Ecoles Nationales de Chimie et les Ecoles Normales Supérieures. Comme dans ces dernières écoles les élèves suivent généralement les cours des Facultés des Sciences, on peut — tout au moins du point de vue de l'enseignement oral — les assimiler à l'enseignement universitaire traditionnel. Il n'en est pas de même des écoles de la première catégorie (auxquelles on peut adjoindre l'Ecole Centrale qui, quoique rattachée au Ministère de l'Education Nationale, dépend non pas de la Direction de l'Enseignement Supérieur, mais de celle de l'Enseignement Technique).

Ce qui, dans les écoles de cette catégorie, caractérise l'enseignement de la Chimie, c'est la faible importance relative de cette science dans les programmes, ce qui se conçoit puisque les élèves qui en sortent ne sont généralement pas spécialisés dans telle ou telle science. On ne peut donc pas les comparer aux ingénieurs chimistes sortant des écoles dépendant des Facultés des Sciences (Ecoles nationales de Chimie ou Ecole de Physique et Chimie de Paris). C'est ainsi, par exemple, qu'en deux années d'études les élèves de l'Ecole Polytechnique suivent au maximum 85 à 90 heures de cours de Chimie et fréquentent le laboratoire de travaux pratiques de Chimie pendant une trentaine d'heures. A l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris les élèves, au cours de leurs trois années d'études, ont environ

550 heures de cours de Chimie et font, au laboratoire, plus de 1.200 heures de manipulations de Chimie.

D'autre part, par suite des traditions, de la structure et des programmes des écoles de la première catégorie, l'enseignement de la Chimie y est bien plus « scolaire » que dans les écoles nationales de Chimie ou dans les Facultés des Sciences où cet enseignement a encore, et jusqu'à un certain point, conservé son caractère « universitaire » provenant en grande partie de ce que les professeurs des Facultés des Sciences enseignent non seulement la science acquise, mais aussi la science « en train de se faire » et la manière de la faire progresser, car les professeurs des Facultés des Sciences ont non seulement pour vocation d'enseigner, mais aussi de faire et de diriger des recherches. Mais il faut cependant bien noter qu'il y a, et qu'il y a toujours eu, dans les grandes écoles, des professeurs qui, comme leurs collègues des Facultés des Sciences, font de la recherche et dirigent des laboratoires actifs et productifs.

Toutefois il faut bien remarquer que, depuis quelques années, l'enseignement des Facultés a tendance à perdre son caractère universitaire et à acquérir un certain caractère « scolaire ». Ceci est dû à la nécessité de la formation d'un grand nombre de licenciés et d'agrégés pour les besoins de l'enseignement secondaire, ainsi qu'au nombre beaucoup trop élevé d'étudiants dans certaines Facultés des Sciences (en particulier à Paris). Pour éviter cet inconvénient il faudrait que les Facultés des Sciences ne puissent dépasser certaines dimensions raisonnables. La Faculté des Sciences de Paris, avec 19.000 étudiants, est un véritable monstre. Il devrait y avoir dans la région parisienne, non pas une ou deux Facultés des Sciences, mais un nombre nettement plus élevé.

Avec des amphithéâtre de plusieurs centaines d'auditeurs serrés inconfortablement les uns contre les autres, et où un étudiant doit parfois arriver une heure à l'avance pour avoir une place, certains découragés cessent souvent de suivre les enseignements oraux. Ils apprennent alors par cœur, sans les assimiler, des cours polycopiés; ils s'entraînent à faire des exercices et problèmes suivant une certaine « règle du jeu ». Bref ils font du bachotage: c'est la négation de l'enseignement supérieur.

Il faut noter qu'il arrive que des professeurs devant parfois enseigner en suivant des programmes imposés, très chargés et souvent encyclopédiques, dans un nombre d'heures relativement restreint, sont condamnés à faire un enseignement qui n'a plus de supérieur que le nom, mais qui est en réalité un enseignement secondaire prolongé dont il présente les défauts maintes fois signalés. Au lieu d'enseigner à fond certains chapitres de la science on doit enseigner à peu près tout. En exposant d'une manière approfondie et critique des questions convenablement

et à y réfléchir et aussi à dégager des idées générales. L'esprit des étudiants étant ainsi formé, il leur était ultérieurement possible d'étudier seuls d'autres questions, sur lesquelles ils pouvaient avoir une opinion personnelle et critique. Quel serait le pouvoir éducatif d'un cours de chimie dans lequel on enseignerait toutes les préparations et toutes les propriétés physiques et chimiques de tous les éléments et d'un très grand nombre de leurs composés, et dans lequel on enseignerait successivement toutes les fonctions simples, doubles et triples de la chimie organique et sans aucune idée générale?

Dans les pages suivantes nous allons examiner avec quelques détails l'enseignement de la Chimie dans les Facultés des Sciences en envisageant successivement l'enseignement oral (en propédeutique, puis en second et troisième cycles) ; enfin l'enseignement pratique.

II. L'enseignement en propédeutique

Il existe dans les Facultés des Sciences trois certificats propédeutiques: M.G.P. (Mathématiques générales, Physique), M.P.C. (Mathématiques, Physique, Chimie) et S.P.C.N. (Sciences physiques, chimiques et naturelles). En principe le premier est réservé aux candidats se destinant aux mathématiques, le second à ceux se destinant aux sciences physiques (physique, chimie), et le troisième à ceux se destinant aux sciences naturelles et biologiques. En principe également, les deux premiers certificats devraient être suivis par les candidats possédant le baccalauréat de mathématiques et le dernier par ceux pourvus du baccalauréat sciences expérimentales.

L'étude de la Chimie nécessite certaines connaissances mathématiques qui, sans être extrêmement approfondies doivent être précises. C'est pourquoi il est nécessaire, dans ce rapport, de dire quelques mots de l'enseignement des mathématiques en propédeutique.

Les professeurs de Chimie sont unanimes à regretter que l'enseignement des mathématiques ait peu à peu perdu le caractère qu'avait autrefois le certificat de mathématiques générales qui s'appelait d'ailleurs, « certificat de Mathématiques générales préparatoire à l'étude des sciences physiques ». C'est pourquoi un certain nombre d'entre eux estiment qu'en propédeutique les mathématiques devraient être enseignées, non par un mathématicien, mais par un physicien. Dans leur presque totalité les étudiants de propédeutique ne se destinent pas à faire de la recherche en mathématiques, et on doit leur apprendre à se servir des mathématiques comme d'un outil pour résoudre des problèmes physiques ou chimiques; ils doivent savoir calculer, mais les questions purement théoriques ne leur sont que

d'une faible utilité. On peut donc dire que les professeurs de choisies en Chimie on apprenait autrefois à étudier une question chimie estiment que l'enseignement des mathématiques en propédeutique devrait être davantage « utilitaire ». Ceci est si vrai que, depuis quelques années, on constate une diminution régulière de la proportion des étudiants préparant le M.P.C. par rapport à ceux préparant le S.P.C.N., même parmi ceux qui se destinent à des études ultérieures de chimie, ceci par suite des difficultés des cours de mathématiques du M.P.C. et de leur caractère surtout théorique.

Le résultat regrettable de cette situation est que les mathématiques du S.P.C.N. n'étant sanctionnées par aucune épreuve à l'examen, un nombre trop faible d'étudiants suivent ces cours de mathématiques, et ceux qui les suivent ne font pas l'effort nécessaire pour apprendre des notions qui leur seront ultérieurement indispensables. Ceci est d'ailleurs dû aussi au grand nombre de matières figurant au programme du S.P.C.N. (physique, chimie, biologie animale, biologie végétale et géologie en plus des mathématiques) et de l'étendue des programmes de quelques-unes d'entre elles.

Ainsi donc il paraît indispensable avant tout de modifier l'esprit dans lequel sont souvent enseignées les mathématiques en propédeutique et enfin de réduire l'étendue de certains programmes.

On peut dire que l'étendue des connaissances que devraient avoir les étudiants du M.P.C. et du S.P.C.N. est presque l'équivalent de ce qui était exigé pour une licence avant la réforme de 1902 et l'introduction des certificats. La différence est qu'à cette époque la licence se préparait normalement en deux ans, alors qu'aujourd'hui un certificat propédeutique devrait être acquis au bout d'un an d'études après le baccalauréat. Avec le régime actuel, après avoir obtenu un certificat propédeutique, les étudiants dans leur grande majorité, ont peut-être une teinte de tout, mais ne possèdent pas de connaissances solides. Les certificats propédeutiques ne remplissent pas le rôle qui aurait dû être le leur dans l'esprit de ceux qui les ont créés.

L'étendue des programmes des certificats précédents, et en particulier de celui de S.P.C.N., a une autre conséquence pour la Chimie et qui est la suivante. Quoique les programmes de Chimie ne soient pas trop chargés et soient satisfaisants dans l'ensemble, les étudiants ne peuvent pas consacrer à l'étude de cette science le temps suffisant. Il en résulte que bien souvent, pour les certificats de Chimie du second cycle, les professeurs sont obligés de réserver un nombre, parfois relativement important, de leçons pour traiter des questions qui devraient être connues des candidats. C'est là une raison de plus pour réviser certains programmes de propédeutique dans le sens de l'allègement.

III. L'enseignement de la chimie dans le second cycle

Comme dans les autres disciplines, la réforme de la licence en 1958, a eu en chimie de très importantes conséquences. Tout le monde est d'accord sur le fait que, depuis un certain nombre d'années une réforme s'imposait pour des raisons que nous considérons comme inutile d'exposer dans ce rapport. Si en mathématiques et en physique cette réforme paraît avoir donné satisfaction à la plupart des professeurs, il n'en est pas toujours de même en chimie où il semble qu'elle ait été insuffisamment étudiée. De plus elle a eu des conséquences qui n'avaient sans doute pas été prévues.

On sait que cette réforme a consisté essentiellement à subdiviser les anciens certificats d'études supérieures en deux, trois et même quatre (dans le cas de la Chimie Générale) certificats nouveaux. Alors qu'avant 1958 un candidat devait, après la propédeutique, obtenir trois certificats pour une licence d'enseignement ou de doctorat, il lui en faut aujourd'hui six pour être licencié d'enseignement (ce qui devrait correspondre à une réduction des programmes) ; il lui en faut sept pour pouvoir préparer une thèse de doctorat ès sciences. Dans l'ancienne licence d'enseignement de sciences physiques, les certificats de Physique Générale et de Chimie Générale étaient obligatoires.

1. Dans son rapport sur l'enseignement de la chimie dans les établissements du second degré, le Professeur Benard a insisté sur le fait que (pour des raisons qu'il précise) l'attrait que les élèves portent à la chimie « va sans cesse en décroissant lorsqu'ils accèdent aux classes supérieures ». Dans la licence d'avant 1958 il y avait toujours une certaine proportion d'étudiants pour lesquels l'intérêt pour la chimie s'éveillait, ou se réveillait, lorsqu'ils préparaient le certificat de Chimie Générale. Il s'agissait souvent d'étudiants qui, à l'amphithéâtre, avaient été intéressés par telle ou telle branche de la chimie et qui, une fois la licence terminée, décidaient de faire de la recherche en Chimie. Avec le nouveau régime, où il y a des licences différentes pour la Physique et la Chimie, les étudiants doivent choisir avant le « départ » à quelle branche ils se destinent. D'après le peu d'attrait qu'a présenté pour eux la chimie dans le second degré c'est la licence, mention Physique (où il n'y a pas de Chimie Générale, mais où figure seulement de la Chimie descriptive) que, dans une très forte proportion ils choisiront. Donc plus encore que par le passé les professeurs de sciences physiques de l'enseignement secondaire seront des physiciens s'intéressant peu à la Chimie. Comment, dans ces conditions, peut-on espérer qu'ils susciteront, parmi leurs élèves des vocations de chimistes, à une époque où la pénurie s'en fait cruellement sentir en France, alors que la Chimie est en pleine expansion?

2. Mais il y a peut-être encore plus grave. Parmi les dispositions de la réforme de 1958 figure la création d'une nouvelle licence d'enseignement: celle de Chimie-Physiologie, qui ne comporte que cinq certificats, alors que toutes les autres licences d'enseignement de sciences physiques ou naturelles en exigent six. Aussi peut-on prévoir qu'un grand nombre de candidats se destinant à l'enseignement de la chimie choisiront cette licence de Chimie-Physiologie exigeant des études moins longues (et certaines statistiques semblent déjà confirmer cette prévision). Or parmi les cinq certificats de cette licence il n'y en a que deux de Chimie : Chimie Générale I (atomistique et chimie structurale) et Chimie Organique. Il est pour le moins regrettable de ne pas exiger d'un futur professeur de Chimie de l'enseignement du second degré ou de l'enseignement technique qu'il fasse des études de chimie suffisamment complètes et qu'il n'apprenne même pas la chimie minérale qui est presque la seule partie de la chimie inscrite aux programmes des lycées.

On ne conçoit, d'autre part, pas comment il est possible d'assimiler la chimie organique sans avoir appris les notions fondamentales de chimie générale enseignées au certificat de Chimie Générale II (qui n'est pas au programme de cette licence).

3. Une anomalie analogue, mais aux conséquences peut-être encore plus graves, se retrouve dans la composition de la licence permettant la préparation d'une thèse de doctorat d'état en Chimie. Là encore le certificat de Chimie Générale II n'est pas exigé, car il peut être remplacé par d'autres certificats de Chimie. Il peut sembler anormal qu'il soit possible de devenir docteur d'état, avec une thèse de Chimie, sans avoir au préalable étudié sérieusement les bases fondamentales de la Chimie (thermodynamique, équilibres, cinétique chimique).

4. D'autre part la licence de doctorat présente une autre anomalie. Nous avons vu que les licences d'enseignement comportaient en général six certificats, de manière à pouvoir être obtenues en deux années d'études après la propédeutique. Il était normal d'exiger d'un futur docteur ès sciences des connaissances plus étendues que d'un futur professeur du second degré. Aussi a-t-il été décidé — et il eût peut-être été difficile de choisir une autre solution — que sept certificats seraient exigés des candidats à une thèse de doctorat ès sciences. Mais il en résulte qu'un étudiant qui a normalement obtenu en deux années les six certificats de la licence d'enseignement devra, avant de commencer la préparation d'une thèse de doctorat, consacrer une nouvelle année à la préparation d'un unique certificat. Un tel régime risque de détourner des étudiants de la préparation d'une thèse, déjà longue en elle-même. On se rend compte que la réforme de la licence a surtout été faite pour les besoins de l'enseignement du second degré, sans que les nécessités de l'enseignement supé-

rieur aient été suffisamment prises en considération. On a en effet d'abord créé des licences d'enseignement pour satisfaire l'enseignement du second degré, et ensuite seulement on a essayé d'utiliser pour l'enseignement supérieur ce qui venait d'être ainsi fait. Il eût été étonnant que le résultat soit satisfaisant.

5. Les critiques précédentes à la composition de certaines licences sont à l'origine d'une demande de modification des programmes de Chimie Générale I et II. Le fait d'avoir créé deux certificats de Chimie Générale a été approuvé de tous les professeurs qui enseignent cette discipline et d'un très grand nombre d'autres professeurs de Chimie. On peut, en effet, donner ainsi à la Chimie Générale l'importance relative qui est la sienne par rapport aux autres branches de la Chimie dont elle constitue la base essentielle. Mais avec les dispositions et programmes actuels, la Chimie Générale est divisée arbitrairement en deux parties dont l'une seule est exigée pour certaines licences. Même dans les cas où, pour d'autres licences les certificats I et II sont nécessaires, la préparation de certificats tels que ceux de Chimie Minérale ou Chimie Organique se fait avant celle du certificat de Chimie Générale II où sont cependant enseignées les matières indispensables à la compréhension de deux autres cours. Cela est tellement illogique que dans certaines écoles nationales de Chimie (et en particulier à Paris), dont les élèves suivent obligatoirement les cours de Chimie de la Faculté des Sciences, on a dû organiser un cours complémentaire pour enseigner aux élèves les notions de Chimie Générale qui leur sont indispensables pour suivre les cours de Chimie Minérale et Organique et qui ne leur seront enseignées à la Faculté que l'année suivante pour le certificat de Chimie Générale II.

6. La multiplication du nombre des certificats dans la nouvelle licence est telle qu'à la Faculté des Sciences de Paris il y avait vingt-deux certificats de Chimie en 1958-59. Il y en aura davantage en 1959-60. Ainsi tous les chapitres, ou à peu près, de la Chimie sont enseignés, ce qui présente évidemment un très grand intérêt, surtout pour les étudiants qui se destinent à la recherche. Il faut toutefois remarquer qu'avec un nombre aussi élevé de certificats, il arrive que certaines matières soient enseignées plusieurs fois, soit par le même professeur, soit par plusieurs professeurs, dans des certificats différents. De plus les étudiants sont inégalement répartis entre ces divers certificats: à Paris par exemple il y en a environ un millier pour Chimie Générale I et une ou deux douzaines pour d'autres certificats.

Mais la conséquence la plus importante de la création d'un très grand nombre de certificats, et à laquelle il semble que les auteurs de la réforme n'aient pas songé, c'est qu'elle exigeait un nombre d'amphithéâtres et de salles de cours bien supérieur à ce qui était nécessaire avant 1958 Or dans la plupart des Facultés

des Sciences on se trouvait déjà en présence d'une grave pénurie de locaux. Depuis 1958 la situation est devenue angoissante dans bien des Facultés et, en particulier à Paris, où à la Sorbonne, pour environ 1.600 étudiants en Chimie, on ne dispose que d'un amphithéâtre et d'une salle de conférences, les mêmes qu'en 1900 pour moins d'une centaine d'auditeurs. Il faut même ajouter que ces locaux sont aussi utilisés pour d'autres cours que ceux de Chimie (biologie, physiologie, etc.). Il arrive bien souvent que deux cours (ou un cours et une séance de travaux pratiques) de deux certificats d'une même licence d'enseignement aient lieu en même temps. Comment dans ces conditions est-il possible que les étudiants puissent préparer sérieusement trois certificats par an de manière à obtenir la licence d'enseignement en deux ans? C'était pourtant là un des buts de la réforme de la licence. Il est donc indispensable d'accélérer le plus possible la construction d'amphithéâtres et de salles de cours, ainsi que de salles d'interrogations, car il n'en existe pratiquement aucune à la Faculté des Sciences de Paris.

7. Enfin pour que l'enseignement des professeurs porte ses fruits, surtout avec des effectifs pléthoriques, il a été estimé indispensable de créer un corps de « maîtres-assistants », chargés de procéder à des interrogations et de faire faire aux étudiants des exercices et applications. Malgré des promesses maintes fois renouvelées, rien n'est encore fait à ce sujet. La France est le seul pays au monde dont les étudiants ne soient pas encadrés et suivis dans leurs études. Le Ministère des Finances qui retarde la signature du statut des maîtres-assistants, ne se rend certainement pas compte du gaspillage intellectuel qui en résulte, des années que l'on fait perdre aux étudiants et partant des dépenses considérables qui en résultent pour le budget de l'Education Nationale.

IV. L'enseignement du troisième cycle

La création récente du « troisième cycle » a été une initiative heureuse de la Direction de l'Enseignement Supérieur et dont le besoin se faisait sentir. Elle a permis d'organiser dans les Facultés des Sciences un enseignement approfondi sur des questions d'un intérêt généralement d'actualité, et qui, jusqu'ici, n'étaient exposées ni dans les Facultés des Sciences, ni dans les grandes écoles. Un tel enseignement est d'autant plus efficace qu'il ne s'adresse qu'à un nombre très restreint d'étudiants. Mais le fait d'avoir sanctionné cet enseignement par un diplôme de « doctorat » a été critiqué par un grand nombre de professeurs de Facultés des Sciences. Ceux-ci craignent en effet des confusions avec les autres doctorats, et en particulier avec le doctorat ès sciences (doctorat dit d'Etat) qui sanctionne une véritable formation de chercheur. Un stage d'une seule année dans un

laboratoire de recherche est absolument insuffisant pour acquérir une formation expérimentale sérieuse ainsi que le véritable esprit de la recherche scientifique. C'est le temps nécessaire à la préparation du diplôme d'études supérieures exigé des candidats à l'agrégation. D'ailleurs dans certains laboratoires où se trouvent à la fois des candidats à un doctorat de troisième cycle et à un diplôme d'études supérieures il n'y a aucune distinction entre les sujets d'étude et le travail des uns et des autres.

Certains chefs d'industrie ont fait remarquer que, d'après les conventions collectives, les docteurs de troisième cycle doivent être assimilés aux docteurs d'Etat et aux ingénieurs chimistes diplômes. On comprend alors qu'ils se soucient peu de recruter ces docteurs de troisième cycle.

On avait pensé que des étudiants étrangers seraient intéressés par le doctorat de troisième cycle. En fait, il semble bien, qu'en Chimie tout au moins, il n'en soit pas ainsi.

Pour ces diverses raisons il y aurait avantage à reconsidérer la dénomination du diplôme sanctionnant les études du troisième cycle. Le titre de « maître ès sciences », par exemple, a parfois été proposé.

IV. L'enseignement pratique

Tout le monde est parfaitement d'accord sur l'importance considérable des séances de travaux pratiques dans l'étude de la Chimie, science pour laquelle la formation expérimentale est d'une importance primordiale.

Dans les écoles, et en particulier dans les écoles nationales de Chimie, le nombre de places mises au concours est limité (souvent par la surface des salles de travaux pratiques), de sorte que chaque élève dispose d'une place d'une étendue à peu près suffisante pour manipuler avec fruit. De plus étant donné le nombre relativement restreint d'élèves, les crédits sont en général suffisants pour pouvoir leur confier les appareils nécessaires à des manipulations qui suivent les progrès de la science.

Il n'en est malheureusement pas de même, loin de là, pour les travaux pratiques des certificats de Chimie (en particulier pour ceux entrant dans la composition des licences d'enseignement et de doctorat) où le nombre d'étudiants va constamment en croissant. Cela est grave, non seulement pour les licenciés qui se destinent à l'enseignement, mais pour ceux qui, de plus en plus, se destinent à la recherche. La situation actuelle des travaux pratiques de Chimie, et que l'on peut sans exagération qualifier de tragique, est due avant tout à l'insuffisance des locaux. A Paris, par exemple, la place dont dispose chaque étudiant est nettement inférieure au quart de ce qu'elle était il y a une quarantaine d'années. De plus le nombre de manipulations

et le temps consacré à chacune d'elles a aussi fortement diminué. On est aussi contraint, toujours par suite du nombre considérable d'étudiants, à leur faire faire les manipulations les plus simples, dont l'intérêt est souvent faible ou périmé. Il peut même arriver (comme cela se produit pour une série de S.P.C.N. à Paris) que des étudiants fassent neuf heures de manipulations dans la même journée. Personne ne peut penser que ce sont là des conditions de travail satisfaisantes.

On comprend que, dans les conditions précédentes, la formation expérimentale des étudiants en Chimie dans les Facultés des Sciences soit absolument insuffisante. Il est donc indispensable de construire, dans les plus brefs délais, de nombreux et vastes laboratoires de travaux pratiques si l'on veut rétablir une situation telle que la France ne vienne pas se placer, pour l'enseignement expérimental, très loin derrière d'autres pays. Mais malheureusement il semble bien que, pour ceux de ces laboratoires qui sont actuellement en construction sur l'emplacement de la Halle aux Vins, il n'ait pas été prévu une surface suffisante: les étudiants qui y manipuleront dans quelques années n'auront pas plus de place qu'ils n'en ont dans les locaux actuels.

Quoi qu'il en soit lorsque ces locaux auront été construits, on devra pouvoir disposer de ressources très importantes, de manière à les équiper convenablement et à faire faire aux étudiants des manipulations intéressantes, en nombre suffisant, et avec un appareillage moderne et non périmé.

VI. Conclusions générales

Parallèlement à la recherche le rôle essentiel des membres de l'enseignement supérieur réside dans la formation scientifique de futurs professeurs de qualité, ainsi que de chercheurs et d'ingénieurs, dont la France a un besoin impérieux, si elle veut conserver, ou reprendre, dans le monde sur le plan de la science la place qui est, ou devrait être la sienne. Pour cela un certain nombre de mesures ou de réformes sont indispensables. Les plus importantes et les plus urgentes sont les suivantes :

1. Tout d'abord une politique hardie de constructions doit être suivie. Pour la région parisienne et ses 8 millions d'habitants, deux Facultés des Sciences (sur l'emplacement de la Halle aux Vins et à Orsay) sont insuffisantes. De plus il faut dans ces Facultés des amphithéâtres et des salles de cours et d'interrogations, vastes et nombreux. Il ne faut plus que des professeurs cherchent en vain des locaux pour y faire leurs cours. On ne doit pas continuer à voir des étudiants s'entasser dans des amphithéâtres où le nombre de places est bien inférieur au nombre d'étudiants inscrits. Il faut également de nombreuses et vastes salles de travaux pratiques pour que l'enseignement expérimen-

tal ne demeure pas plus longtemps une simple formalité n'ayant qu'un très faible caractère éducatif.

2. Pour l'enseignement oral il est nécessaire de réaliser une réforme de la propédeutique, afin de la rendre plus efficace : l'enseignement des mathématiques doit devenir moins abstrait de manière à avoir en vue son utilisation aux problèmes physiques et chimiques; les programmes des matières dont la connaissance est indispensable aux chimistes doivent être allégés et simplifiés, et ne pas conserver le caractère encyclopédique qu'ils ont trop souvent aujourd'hui.

3. En ce qui concerne la licence des réformes sont indispensables et d'ailleurs faciles à réaliser. Ce sont celles qui concernent la composition de certaines licences et les programmes de certains certificats de Chimie. Il est en effet indispensable que les futurs professeurs qui enseigneront la Chimie dans les Etablissements du Second Degré aient fait des études sérieuses ne comportant pas de graves lacunes; il en est de même pour les étudiants devant ultérieurement faire carrière dans la recherche et l'enseignement supérieur. Mais il ne faut pas que les programmes de ces certificats soient trop chargés, comme le sont actuellement par exemple ceux de Chimie Générale. Le cours d'un professeur astreint à suivre un programme trop étendu n'est plus de l'enseignement supérieur; il ne doit d'ailleurs pas être l'occasison de faire étalage d'érudition. De toutes façons il est indispensable qu'une grande liberté soit laissée aux professeurs tant dans l'interprétation des programmes que dans le choix des sujets à traiter, sinon l'enseignement supérieur ne sera bientôt plus qu'un souvenir.

Il faut de plus ajouter que si est réalisé un projet attribué au Ministère des Finances d'augmenter le nombre d'heures de cours des professeurs et maîtres de conférences des Facultés, c'est la fin de la recherche scientifique en France. On sait, en effet, que la plupart des chercheurs sont formés dans les laboratoires universitaires. En astreignant les professeurs et maîtres de conférences à faire davantage de cours, on les contraindra à négliger leurs laboratoires de recherches ce qui entraînera aussi la baisse du niveau de leur enseignement.

4. Si l'on désire que les étudiants des Facultés des Sciences, et ceux de Chimie en particulier, fassent dans des délais raisonnables des études qui leur soient profitables, il ne faut pas qu'ils restent abandonnés à eux-mêmes. La création du corps des maîtres-assistants est une nécessité qui fera certainement faire des économies importantes à la Nation.

5. Enfin si l'on veut que les professeurs consacrent la plus grande partie de leur temps à la recherche et à l'enseignement de la Chimie qui constituent leur vocation, il est indispensable

qu'ils soient secondés par un personnel administratif et de secrétariat compétent et en nombre correspondant à l'importance de leur chaire et de leur laboratoire. Se rend-on compte du travail administratif que doivent fournir certains professeurs qui, à côté des cours qu'ils font à plusieurs centaines d'étudiants, doivent diriger un laboratoire fréquenté par de nombreux chercheurs et dont la gérance et l'administration sont complexes?

P. Laffitte.

L'amplification électronique et ses moyens d'investigation dans les sciences histologiques physiologiques et médicales

par le Docteur M. Noix et J.Y. Noix

L'équipement des laboratoires de recherche doit bénéficier, au cours des années qui vont suivre, des importants moyens de conversion et d'amplification d'énergie que nous apporte l'électronique.

Sans entrer dans les détails d'une physique aussi délicate que celle de l'électron, je pense qu'il est utile d'exposer le rôle important que joue ce corpuscule dans la création toute récente d'appareils à destinations très différentes, mais qui, en fait, prennent leurs principes essentiels dans des phénomènes du même ordre, identifiés depuis un demi siècle au plus.

Je vais m'adresser tout d'abord à deux appareils qui ont entre eux une grande analogie de conception: ce sont l'amplificateur de brillance et le microscope électronique dont les applications respectives à la Physiologie et à l'Histologie, vont faire progresser considérablement les sciences biologiques et médicales. Je dégagerai ensuite, des travaux de ces vingt dernières années, concernant le balayage électronique des cibles photosensibles, les avantages que présente le jumelage de ces appareils avec la caméra d'une chaine de télévision utilitaire, telle qu'elle peut être réalisée actuellement.

Le but de ces trois types d'appareils est le transfert d'une image insuffisante pour nos sens dans un domaine explorable. Ils matérialisent la possibilité que nous avons de pouvoir mobiliser l'électron dans le vide, lorsqu'il est libéré des forces d'attraction qui le solidarisent avec le noyau de l'atome, puis d'en diriger la trajectoire.

La reproduction d'une image par ce procédé est liée aux modifications de structure qui se manifestent dans la matière lorsque celle-ci est soumise à l'excitation d'une énergie corpusculaire extérieure. Ces phénomènes peuvent se traduire par une émission de lumière en dehors de tout effet thermique: il s'agit dans ce cas de la luminescence.

Nous allons rappeler sommairement les lois de cette Physique qui sont à la base même des principes qui nous intéressent.

Comportement de l'électron isolé: Découvert par Thomson en 1897, l'électron est un des éléments entrant dans la constitution du modèle planétaire de l'atome. Il est rattaché au noyau par des forces de gravitation, variables avec le niveau énergétique auquel il appartient. Pour le détacher, il est donc nécessaire de lui appliquer une force suffisante capable de rompre la barrière de potentiel qui le maintient en équilibre dans l'atome ou la molécule.

Sa masse au repos: $m^\circ = 9 \times 10^{-28}$ grammes, est faible en regard de celle de l'atome, mais sa charge électrique négative de $1{,}6 \times 10^{-19}$ coulombs, permet de le mobiliser dans un champ électrique. Il est possible aussi de lui communiquer dans le vide une énergie supplémentaire, qui se traduit par une accélération proportionnelle à la tension excitatrice: sa masse m^0 au repos qui augmente avec sa vitesse V, devient :

$$M = \frac{m^\circ}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}}$$

C étant la vitesse de la lumière.

Lorsqu'il est en mouvement, l'électron peut être dévié de son trajet rectiligne par un champ magnétique: le rayon de courbure de la nouvelle trajectoire de l'électron, variable avec le champ est donné par la formule :

$$R = 5.600 \frac{V \text{ volts}}{H \text{ gauss}}$$

Les champs électriques et magnétiques d'accélération et de déviation sont créés et entretenus par des bobinages constituant les lentilles électroniques, vis-à-vis desquelles l'électron se comporte comme le photon lumineux vis-à-vis des lentilles optiques.

Production des électrons: La matière présente dans sa structure, des électrons libres. Ces éléments, moins solidement liés au noyau, seraient les premiers à s'en détacher sous l'action d'agents physiques très différents.

1° L'effet thermo-ionique libère les électrons d'un filament par échauffement: le tungstène émet des électrons vers 2.200°.

2° L'effet photo-électrique externe détache les électrons libres de certains corps soumis à l'action de la lumière: c'est le cas du césium.

3° Un bombardement corpusculaire peut libérer des électrons au niveau de certains corps et produire, soit des effets lumineux, soit des effets de conductibilité. Nous allons rapidement les exposer :

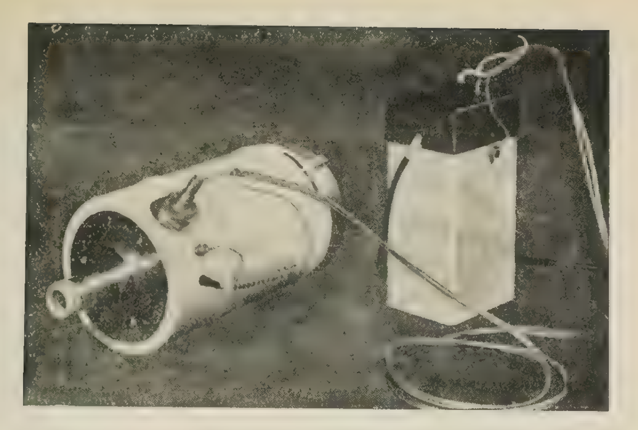


Fig. 1. — Amplificateur de brillance Hollandais.

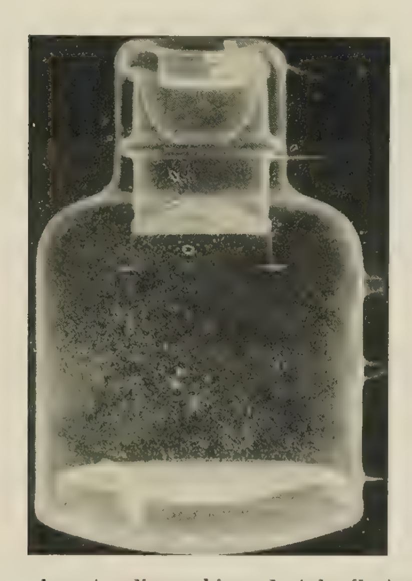
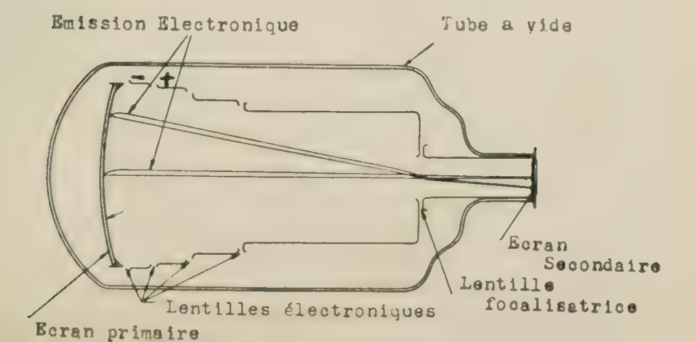


Fig. 1'. — Aspect radiographique du tube électronique.



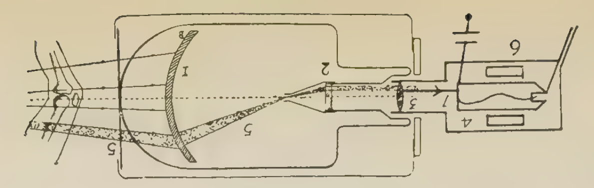


Fig. 3. — Montage en télévision radiologique avec un vidicon.

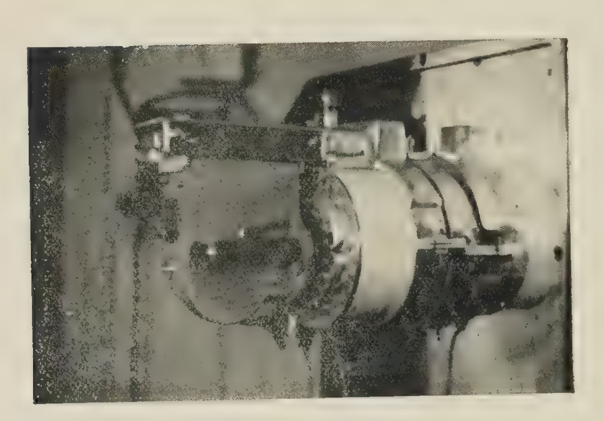


Fig. 3'. — Montage en radiocinématographie (Système personnel).

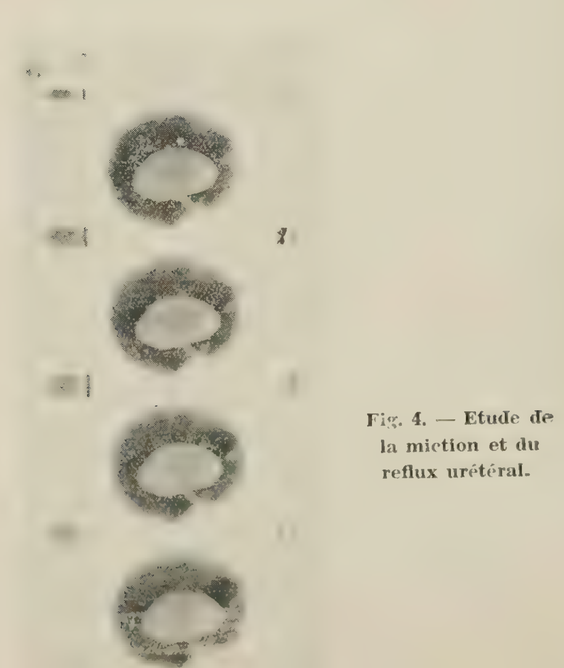


Fig. 4. — Etude de la miction et du reflux urétéral.

a) Certains sels métalliques soumis à l'action de la lumière ou des radiations invisibles, ultra-violets ou radiogènes, réagissent par une émission lumineuse dans une longueur d'onde en général plus élevée mais variable avec le produit utilisé. Cette émission est favorisée par l'addition d'un activateur de métal lourd à dose infinitésimale : manganèse, argent ou plomb. Il s'agit là de phénomènes de photoluminescence, et, si l'on emploie les Rayons X, de radioluminescence. Lorsque cet effet cesse avec l'excitation, on dit qu'il y a fluorescence, lorsqu'il se prolonge longtemps au delà on dit qu'il y a phosphorescence.

b) Certains produits additionnés ou non à un activateur, répondent à l'excitation par des modifications de leur conductibilité ou de leur charge électrique. Il y a alors effet photo-électrique interne ou externe.

c) Les effets de photoluminescence peuvent être amplifiés lorsque les produits subissant l'excitation sont placés dans des champs électriques variables. Cet effet, appelé électroluminescence a été décrit en 1937 par G. Destriau. Il n'est pas encore utilisé dans la pratique courante.

Comment interviennent ces phénomènes dans l'amplification électronique: Il est possible de substituer à une image optique, une image électronique grâce à l'effet photo-électrique externe. Les électrons libérés en surface peuvent alors être captés par un champ électrique et accélérés dans le vide, ce qui permet de reproduire sur un écran fluorescent, par effet de cathodo-fluorescence, l'image primitive amplifiée.

L'électron, dans le vide, devient alors le le véhicule de l'information primitive. Les électrons se comportent vis-à-vis des lentilles électromagnétiques, comme les photons lumineux vis-à-vis des lentilles optiques, il est donc possible de les focaliser pour qu'ils restituent sur un écran fluorescent une image réelle.

C'est sur ces données théoriques que sont conçus l'amplification de brillance radiologique et le microscope électronique de fabrication japonaise (fig. 1).

a) Dans l'amplificateur de brillance, l'image primitive radiofluorescente se transforme sur une photocathode en une image électronique. Elle est transportée, après gain d'énergie, sur une cible cathodofluorescente 100 fois plus petite en surface. L'accélération des électrons et l'augmentation de leur densité quantitative sur la cible fluorescente, se traduit par une amplification de brillance de 1.000 fois.

b) Dans le microscope électronique on recherche non pas la réduction, mais l'agrandissement d'une image correspondant à une coupe histologique. La source d'électrons est issue d'un canon d'électrons à effet thermo-ionique, dont le débit permanent et régulier est entretenu par un courant de haute fréquence de 150 mégacycles.

Le faisceau d'électrons est dirigé et accéléré dans des champs électriques successifs. Sa réduction dimensionnelle lui permet de traverser la coupe histologique dont les différents éléments représentent des obstacles, qui lui sont plus ou moins perméables. A sa sortie de la coupe histologique, le faisceau porteur de l'information est à nouveau soumis à l'action de lentilles électroniques convergentes et divergentes qui restituent sur un écran cathodo-fluorescent de 10 cm. de diamètre, l'image agrandie, suivant les besoins, de 500 à 30.000 fois.

Dans le plus petit agrandissement, l'image fluorescente correspond à une partie de la coupe de 5/10 de mm. de diamètre. Dans le deuxième cas, la partie explorée est de 3 μ environ et la définition maxima atteint 20 A°. La répartition densitométrique des électrons étant affaiblie pour les forts grossissements, il y a lieu de communiquer au faisceau une énergie nouvelle compensatrice. Elle est obtenue par l'addition, aux 60.000 volts initiaux, de la décharge de condensateurs supplémentaires prévus dans ce but.

Le modèle de microscope électronique que je vous présente dans le film est celui en fonctionnement à la Faculté de Médecine de Paris au Laboratoire d'Histologie de M. le Professeur Verne qui a bien voulu le mettre à ma disposition.

Il est intéressant de signaler que parallèlement à l'existence du microscope électronique, un microscope protonique dans lequel la polarité du canon émissif est inversée, et actuellement à l'étude. Les protons sont puisés dans un plasma gazeux à basse pression. Le contraste de l'image serait meilleur que celui donné par le microscope électronique. Cet appareil, mis au point par C. Magnan et P. Chausson, doit sa réalisation au fait qu'en optique corpusculaire électrostatique, les caractéristiques optiques sont indépendantes de la masse et de la charge des particules. Il suffit donc d'inverser la polarité des lentilles électrostatiques.

Dans l'amplificateur de brillance (fig. 2) l'écran récepteur de dimensions réduites est observé avec un microscope optique de grandissement linéaire 10.

Dans le microscope électronique l'examen de la coupe peut se faire visuellement par les trois fenêtres prévues à cet effet ou par un système télescopique. L'examen visuel peut être complété par la photographie ou par la cinématographie de l'écran afin d'obtenir un document. Mais on peut aussi, pour ces deux appareils, utiliser l'œil artificiel que constitue le tube analyseur de la caméra d'une chaine de télévision utilitaire, que nous allons décrire sommairement.

Phénomènes électroniques utilisés dans le transfert d'une image par les chaînes de télévision: Alors que dans l'amplificateur de brillance et dans le microscope électronique, l'image

entière est fournie au même instant à l'écran fluorescent, dans la télévision elle est reconstituée point par point, à une cadence suffisamment rapide pour que la persistance des impressions lumineuses sur la rétine donne à l'observateur une sensation visuelle de continuité portant sur la succession des points élémentaires et sur celle des images. Celles-ci sont obtenues en balayant la couche sensible recevant l'information par un spot ponctiforme qui se déplace sur 819 lignes et qu'il parcourt 25 fois par seconde. Ce temps de l'examen s'appelle l'analyse. On lui coordonne le temps de la synthèse qui reconstitue, par le procédé inverse, l'image télévisée sur l'écran du téléviseur par effet cathodo-fluorescent.

Les temps principaux de ces opérations se passent dans le tube analyseur de la caméra. A son niveau, l'image optique, formée par l'objectif sur la couche sensible, est remplacée par une image électronique. Elle se traduit par des phénomènes photo-électriques externes ou internes qui modulent le courant de transmission dirigé vers le téléviseur.

Il existe en effet deux sortes des caméra :

a) Les unes utilisent l'effet photo-électrique externe: la couche sensible soumise à l'action de la lumière, perd une partie de ses électrons et ceci proportionnellement à l'intensité de la lumière reçue. Le balayage électronique par le spot, transmet donc les variations des charges des points successifs de la cible et dirige l'information vers un système amplificateur. Le plus sensible de ces tubes s'appelle l'image orthicon. Il fonctionne dans une lumière d'ambiance de 1/20 de lux et peut, de ce fait, reprendre directement l'image radioscopique ou celle du microscope électronique.

b) Les autres tubes sont apparus récemment dans le commerce, ils datent de 1952. Ils fonctionnent par effet photo-électrique interne. La sommation lumineuse atteignant la cible sensible se traduit par des modifications de résistivité. L'information est là aussi transmise au téléviseur par un courant modulé amplifié: ces tubes, appelés Vidicons, très améliorés depuis quelques mois, sont encore 10 à 20 fois moins sensibles que ceux précédemment décrits, mais ils sont beaucoup moins coûteux et moins fragiles.

La caméra Vidicon de petites dimensions peut transmettre les images de l'amplificateur de brillance et réaliser ainsi un ensemble économique de Roentgentélévision (fig. 3).

Rôle de ces trois instruments électroniques dans les Laboratoires de recherche

1° *Les chaînes de télévision.*

Nous ne nous étendrons pas sur les chaînes de télévision utilitaires qui auront surtout pour but de se substituer à l'œil

dans l'observation d'expériences difficiles, la caméra de télévision étant beaucoup moins perturbée dans des conditions expérimentales anormales, de température ou de pression par exemple, et pénétrant dans les lieux d'accès difficiles ou interdits à l'homme.

Jumelée à l'amplificateur de brillance ou au microscope électronique, la chaîne de télévision permet la transmission de l'examen à une salle entière d'auditeurs.

Dans les cas où la brillance est trop faible pour être saisie efficacement par les éléments rétiniens elle apporte ses grandes possibilités d'amplification, en particulier la caméra image-orthicon qui est un appareil de laboratoire irremplaçable mais qui nécessite la présence d'un opérateur entraîné.

Un jumelage de cet ordre, ainsi que l'examen effectué par ces procédés, est présenté dans le film à titre documentaire.

2° *Le microscope électronique.*

Il apportera aux Laboratoires d'Histologie et d'Anatomie pathologique, un moyen puissant d'examen puisqu'il peut atteindre un grandissement de 30.000 fois. Mais, à cet échelon, la structure cellulaire des tissus est encore mal connue et l'interprétation des images demandera un certain entraînement et des connaissances nouvelles.

Il est intéressant de signaler que le microscope électronique que nous avons décrit diffère des premiers appareils, auxquels on fournissait un moulage de la pièce à examiner, alors que dans le microscope actuel, la coupe, de quelques microns d'épaisseur, est fournie directement par un microtome spécialement étudié à cet effet. Le film montre les photographies d'une même coupe aux grandissements comparatifs de 4.000 et de 30.000 fois.

3° *L'amplificateur de brillance.*

Il est dans le commerce depuis quatre ans et nécessite, comme source de Rayons X celle fournie par un simple appareil portatif, il deviendra un instrument indispensable des Laboratoires de Physiologie. C'est en effet l'appareil idéal pour connaître et étudier la motricité des organes sans sacrifier l'animal et permettant le renouvellement de l'expérience dans des conditions identiques, ou différentes, mais connues.

Les animaux utilisés dans les Laboratoires sont beaucoup plus petits que l'homme. Le champ de 13 cm. de l'amplificateur suffit largement pour surveiller le thorax ou l'abdomen entiers. Les conditions physiologiques normales sont maintenues. Le jumelage d'une caméra cinématographique permet en outre d'utiliser les artifices de ralentissement ou d'accélération du rythme qui peuvent faire apparaître les mouvements trop rapides ou trop lents de certains organes.

La seule limite connue à cet appareil prodigieux, qui marquera une date dans l'évolution des sciences, est sa définition qui

ne dépasse pas 4 à 5/10 de mm. dans son état actuel de fabrication. C'est un auxiliaire indispensable du médecin et du radiologiste.

Le film montrera l'application de cet appareil à l'étude de la physiologie viscérale chez le lapin, par l'examen des systèmes suivants :

— le cœur par cathétérisme vasculaire;
— l'appareil respiratoire par cathétérisme bronchique;
— l'appareil digestif par cathétérisme œsophagien.

Il nous a été possible de réaliser ce film grâce à la bienveillance du Président de notre Association, M. le Professeur Fontaine, et à l'assistance de ses collaboratrices.

Applications aux Sciences médicales

L'exploration physio-pathologique de l'homme par ces divers procédés a précédé celle de l'animal. Ces appareils mis d'abord entre les mains des médecins ont été immédiatement dirigés vers les sciences humaines, et la physiologie viscérale a fait, depuis quatre ans, un véritable bond en avant (fig. 4).

Il suffit de rappeler le résultat des travaux que nous avons exposés à cette même société il y a deux ans à Périgueux et l'année dernière à Namur, pour prévoir l'avenir fabuleux que nous réservent expérimentalement et pratiquement les différents procédés d'amplification électroniques qui sont actuellement entre nos mains.

Nous terminons le film documentaire par un examen thoracique chez l'homme et, en particulier, par l'étude physiologique d'un kyste hydroaérique géant du poumon et par celle d'un énorme diverticule de Zenker.

BIBLIOGRAPHIE

Dr M. Noix : Radiocinématographie médicale et scientifique. *Revue générale des Sciences pures et appliquées.* Mai-Juin 1958. Tome LXV. N°s 1-2. Pages 157 et suivantes.

Dr M. Noix : Télétransmission des images radiologiques. *Revue générale des Sciences pures et appliquées.* Janvier-Février 1959. Tome LXVI. N°s 1-2. Pages 23 et suivantes.



Références nationales et internationales :

C.E.A. - Armées de Terre, de Mer et de l'Air - Protection civile - Laboratoires (Institut Pasteur, Collège de France ; Ecole Normale Supérieure - Ecole Polytechnique, etc...) - Electricité de France - Explorateur lunaire d'Orsay - C.E.R.N. - Harwell - Pentagone - Commission atomique yougoslave - Institut Boris Kidrich - Laboratoires et Instituts : Moscou, Tientsin, Budapest, Varsovie, Prague, Sofia, Bucarest, Berlin.

Phytophysiologie et adaptation enzymatique

par Paul-Emile PILET *
Professeur à la Faculté des Sciences de Lausanne

Les origines

A l'aube du XIX[e] siècle, avant que la *chimie*, bravant l'inexplicable, n'organise ses lois et ne cherche à ordonner le monde des corps organiques, avant que la *physique* ne se reconstruise sur une base mécanique qui lui permettra d'établir l'unité de l'énergie, que faisaient les *phytophysiologistes ?*

Il serait trop commode, et surtout inexact, de répondre qu'ils n'existaient pas encore. Ils sont nombreux, ceux qui étudient la *physique végétale* (1), comme on disait alors. La vie des plantes est un mystérieux sujet qui séduit les philosophes naturalisants : il illustre le thème d'un devenir tranquille et fatal, il satisfait à l'impérieux besoin d'unité.

C'est le règne des causes occultes ; on parle de l'âme végétative, des facultés nutritives, du pouvoir génératif. C'est aussi le règne des idées préconçues (2). Césalpin croît que les plantes ont une âme qu'il place dans la moëlle et un cœur qu'il situe à la jonction de la racine et de la tige. Malpighi et Cl. Perrault comparent la sève au sang : ils décrivent, prenant leur hypothèse pour une réalité, des valvules dans les vaisseaux du bois. Le P. Sarrabat soutient que le collet des végétaux est leur principal estomac où se tourmente et se digère le suc nourricier. Bazin n'est pas d'accord, mais il y voit, lui, un œsophage. Egalement immobiles dans leur première abstraction, d'autres physiologistes enseignent que les graines naissent dans les feuilles, que les fleurs sont des bourgeons, que sais-je encore...

Quelques précurseurs

Cependant, à côté de ces rêveurs officiels et incompétents, qui jouent une ignorante parodie de la pensée scientifique, quelques chercheurs vont, à l'aventure, dans une voie dangereuse et moins piétinée, préparer la science moderne.

---

* C'est à l'occasion de la création, à l'Université de Lausanne, d'une chaire de physiologie végétale, que cet exposé, destiné avant tout à nos étudiants avancés, a été présenté.

(1) Voir M. Caullery : Les étapes de la biologie **P.U.F.**, 1941.
E. Buyenot : Les sciences de la vie aux XVII[e] et XVIII[e] siècles. **Albin Michel**, 1941.
J. Sachs : Histoire de la botanique du XVI[e] siècle à 1860, trad. française de H. de Varigny, Paris, 1890.
C. Singer : Histoire de la biologie, **Payot**, 1934.

(2) A. de Virville : Rev. Hist. Sc., 10.110,1957.

L'Abbé Mariotte, en 1676, publie le premier ouvrage de physiologie végétale (3) ; il se fait le champion, deux siècles avant Claude Bernard, de la méthode expérimentale. En physicien original, Mariotte réduit la vie des plantes à une question de mécanique. Tout près de lui, Camerianus et Kölreuter décrivent la fécondation, Hales et Duhamel du Monceau étudient la transpiration, Bonnet et Ingen-Housz découvrent la photosynthèse.

Les obstacles inévitables

Mais l'étude de la *vie* reste entre les mains des morphologistes, habitués à travailler sur du matériel *mort* : un détail anatomique leur suffit pour déduire la nature d'une fonction (4). Dans ces conditions, il eût été bien surprenant que la phytophysiologie progresse. Et puis on sent tous ces hommes de sciences, qui raisonnent trop et n'expérimentent pas assez, accablés par de *fausses doctrines* où se confondent le comment et le pourquoi (5). Encore obstinément fidèles à l'illustre Bacon, ce juriste qui applique à la nature les méthodes d'une enquête civile ou d'une procédure criminelle, les naturalistes plutôt que d'entrer en conflit avec l'esprit d'autorité, s'acharnent à démontrer la toute puissance logique de la thèse à la mode. Quel échec magistral à l'*empirisme inventif*. L'influence conjuguée d'Aristote et de l'Eglise, la censure politique et celle de la majorité des savants hostiles à de jeunes initiatives, voilà des barrières effrayantes qui font reculer le novateur. Même si celui-ci a des preuves qui suffiraient à réfuter l'argumentation dogmatique, il n'ose pas les utiliser. En 1792, Lavoisier, dans ses carnets, trace du métabolisme végétal un tableau surprenant d'actualité. Mais il sent combien ses idées sont révolutionnaires et il se garde bien de les divulguer. Ce n'est qu'en 1860, qu'on en prendra connaissance grâce au chimiste Dumas. (6)

Naissance d'une science nouvelle

Au milieu du siècle passé, la Science avait à peu près réussi à chasser les ombres qui l'étouffaient. Pratiquement seule, la biologie attend encore son législateur. Mariotte avait donné à la physiologie des plantes une scène nouvelle, quelques comparses doués en avaient brossé les décors. Il y manquait l'essentiel : de bons acteurs. Un jour, nous sommes en 1882, un jeune premier se révèle, il s'appelle Julius Sachs... (7) et l'orage éclate. Deux clans

---

(3) Il s'agit d'une « Lettre sur le sujet des plantes » réimprimée à Paris en 1679 sous le titre « De la végétation des plantes ». V. à ce propos G. Bugler. Rev. Hist. Sc., 3,242,1950.

(4) Consulter P. Canguilhem : La connaissance de la vie. **Hachette,** 1952.

(5) V.G. Bachelard : La formation de l'esprit scientifique. **J. Vrin,** 1947.

(6) R. Combes : Bull. Assoc. franç. Sc., mars 1930.

(7) J. Sachs est né le 2 octobre 1832. Docteur ès sciences de l'Université de Prague en 1856, il sera, dès 1868, professeur à l'Université de Würzburg. Sachs est mort le 29 mai 1897. C'est en 1882 que Sachs fera paraître son monumental et classique ouvrage intitulé : « Vorlesungen über Pflanzenphysiologie », édité par **Engelmann** à Leipzig. (V. en particulier E.G. Pringsheim : « J. Sachs », **G. Fischer,** Jena 1932).

ennemis s'affrontent et se disputent les rôles. D'une part, et en majorité, on trouve ceux qui veulent maintenir les traditions, qui reprochent aux autres de faire trop de chimie et de physique et pas assez d'histoire naturelle. De l'autre, sous la conduite de Sachs, se groupent ceux qui préfèrent, à l'étude des formes, l'analyse du fonctionnement. La querelle s'envenime, le ton monte, puis s'apaise... lentement. Du ménage mal assorti, deux sciences vont naître qui n'auront en commun qu'un matériel d'étude semblable. Pour le reste, elles diffèrent fondamentalement, par les connaissances préliminaires qu'elles exigent, les problèmes qu'elles étudient, les techniques qu'elles emploient.

Enfin, la physiologie végétale peut sortir de la clandestinité. Il lui reste à s'organiser, à se construire un univers de recherche, original et précis.

But et propos de la phytophysiologie

Peu à peu, l'*unité structurale* des formes végétales s'impose et implique, du même coup, une *unité fonctionnelle :* c'est la grande chance du phytophysiologiste moderne.

Ce qui compte maintenant, c'est le *processus à étudier,* et non le *sujet d'expérience* qui sera choisi en fonction de ce qu'il peut révéler. Le végétal analysé se réduit à quelques organes, mieux à une masse de tissus, voire même à une colonie de cellules. En se simplifiant, les conditions d'étude deviennent plus rigoureuses, la phytophysiologie tend à devenir une science quasi exacte.

La plante n'est donc plus uniquement drogue, espèce taxonomique, fruit et légume, tour à tour objet de sollicitude de l'herboriste, du systématicien et de l'agronome. Elle est devenue matériel de choix pour l'étude des grands problèmes généraux de la vie. Grâce à elle, les cycles respiratoires et fermentaires, les processus anaboliques et cataboliques, les transfert bioénergétiques, par exemple, seront clairement précisés.

La crise d'adolescence de la phytophysiologie va s'achever. Maintenant cette science, qu'un esclavage prolongé aura affermie, peut entrer à l'Université. Elle mérite cette consécration officielle qu'on lui accorde, dès 1935, un peu partout aux Etats-Unis, en France et en Allemagne.

Phytophysiologie et enzymologie

Nos centres de recherches sont pleins de gens actifs et compétents. Sans contester leur valeur, elle est pourtant bien faible à côté de celle des collaborateurs qui travaillent pour le compte de la matière vivante. Si le cytoplasme peut jouer avec toutes les énergies, s'il sait construire et défaire, dans des conditions moins puissantes et brutales que celles de nos laboratoires, c'est parce qu'il dispose d'une équipe singulièrement efficace, la corporation des *enzymes.*

L'enzymologie est un grand chapitre que s'arrachent toutes les sciences qui traitent de la vie. La phytophysiologie le revendique également, elle en a quelques droits.

Découverte

Plus que tout autre, en effet, le matériel végétal a permis à cette science des enzymes (8) de naître et d'avancer. En 1833, sur des semences germées d'orge, Payen et Persoz vont extraire la première enzyme connue. Ils l'appellent *diastase* et montrent qu'elle est capable de dégrader l'amidon. En 1894, du latex de l'arbre à laque, Gabriel Bertrand obtient la *laccase*. Pour la première fois, la dualité structurale des enzymes est reconnue. En 1897, à partir de suspensions de levure, Büchner isole la *zymase*, c'est le premier travail ayant trait à la purification des enzymes ; c'est aussi la première fois qu'on apprend à les faire travailler *in vitro*, en dehors de toute substance biologique. En 1926, enfln, dans de la farine de fève, Summer découvre l'*uréase* qu'il arrive à cristalliser. C'est la première enzyme chimiquement pure obtenue en laboratoire.

Définition

Biocatalyseurs efficaces, les enzymes règlent et modifient la vitesse et le sens de la plupart des réactions chimiques qui caractérisent l'être vivant. Elles agissent à très faibles concentrations sur un substrat infiniment plus abondant. On les groupe habituellement (9) en deux grandes catégories :

Les *hydrolases* qui catalysent l'hydrolyse de leur substrat et ne fournissent que peu d'énergie ; ces réactions sont toujours réversibles.

Les *desmolases* responsables de la dégradation oxydative de leur substrat, qui assurent la libération de quantités considérables d'énergie ; de telles réactions sont parfois irréversibles.

Structure

La nature chimique est loin d'être élucidée. On pense que l'enzyme est formée d'un support protéinique spécifique, l'*apoenzyme* et d'un groupe actif, la *coenzyme*. (10) Cette dernière pouvant être : (11)

Une métallo-protéine (par exemple : catalases (fer), phénoloxydases [cuivre], carboanhydrases [zinc]),

(8) On consultera avec profit l'ouvrage édité par **Springer** (Berlin) 1953 : « Biologie und Wirkung der Fermente ». V. aussi : J B.S. Haldane : Enzymes, **Longmans** Green, London, 1930. F. Nord & Weidenhagen : Handbuch der Enzymologie, Leipzig, 1940. — J.B. Summer & K. Myrbäck : The enzymes, **Acad. Press**, New York, 1952.

(9) V. P.E. Pilet : L'énergie végétale **P.U.F.**, 1956.

(10) Cette dualité structurale, pressentie par G. Bertrand, en 1898, a été définitivement confirmée par les recherches de Harden et Young en 1905. V. en particulier : A. Jung : Aerztl. Monatsch, 1,1,1945.

(11) V. W. Bladergroen : Einführung in die Energetik und Kinetik biologischer Vorgänge, **Wepf**, Bâle, 1955.

Une pyridine-protéine (par exemple : déshydrogénases),
Une thiamine-protéine (par exemple : carboxylases),
Une alloxazine-protéine (par exemple : diaphorases).

Réaction

Généralement, on se représente ainsi (12) l'attaque du substrat (S) par son enzyme (E) :

$$(E) + (S) \leftrightarrows (ES) \rightarrow (E) + \frac{(M) + (N)}{(S_L)} + \ldots$$

S_c étant le substrat catobolisé.

Si l'on étudie, en fonction du temps, l'apparition de S_c, on aura (13) :

Réaction d'ordre zéro : $dS_c = K_0 \;.\; dT$.

Réaction du premier ordre : $dS_c = K_1 \;.\; (S - S_L) \;.\; dT$

K_0 et K_L étant des *constantes de vitesse.*

Mais on peut suivre, en fonction de la concentration de S, les variations de la vitesse V de la réaction ezymatique, on trouve facilement que :

$$V = \frac{V_M . (S)}{K_M + (S)} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{V} = \frac{K_M}{V_M} \cdot \frac{1}{(S)} + \frac{1}{V_M}$$

Où V_M est la vitesse maximum et K_M la *constante de Michaelis.*

$$K_M = \frac{(E) . (S.}{(ES)} \qquad S = K_M \text{ si } V = \frac{V_M}{2}$$

Mode d'action

Le mécanisme biochimique d'une réaction enzymatique est encore bien mal connu. On sait qu'il diffère d'une enzyme à l'autre. On admet, pour le moment (14), qu'un premier contact s'établit entre le substrat et l'apoenzyme (*spécificité d'attaque*) qui lui prête, par adsorption, sa surface et sa polarité. Un moulage électronique se précise entre apoenzyme, substrat et coenzyme, cette dernière peut alors assurer (*spécificité fonctionnelle*) le travail chimique de transformation catabolique.

Les types d'adaptation

Par adaptation, nous entendons une modification du travail de l'enzyme sous l'action de son substrat. Cette adaptation, dans

(12) L. Michaelis & M.L. Menten : Biochem. Z. 49,333,1913. — H. Lineweaver & D. Burk : J. Amer. Chem. Soc., 56,658,1934.

(13) V. G. Schapira : Eléments de biochimie. Ed. méd. Flammarion, 1959.

(14) V. P.F. Ceccaldi : Rev. gén. Sc., 60,336,1953.

certains cas précis, doit être considérée plutôt comme une induction. Nous envisageons (15) deux séries de phénomènes :

Adaptation par modification de la nature du substrat ;
Adaptation par modification de la concentration du substrat.

Nature du substrat

L'enzyme d'origine E_0 est en contact avec son substrat S_0 Supposons qu'au moment où S_0 vient à manquer, un autre substrat d'adaptation S_a apparaisse (à moins qu'il ne soit déjà là dès le début), dans bien des cas, on verra que ce nouveau substrat peut être attaqué, entraînant donc la formation d'une enzyme nouvelle (à moins qu'il ne s'agisse de E_0 qui se serait adaptée) que nous appellerons enzyme d'adaptation E_a.

Les recherches de Monod (16), sur l'*Escherichia coli*, ont nettement mis en évidence ces processus d'induction. Ce microorganisme, habitué à dégrader du glucose, peut attaquer du xylose mais seulement lorsque ce premier sucre sera épuisé dans le milieu de culture.

Les travaux de Stoll (17), sur le *Penicillium* et l'*Aspergillus*, ont montré que ces champignons étaient capables de dégrader, grâce à une glucosidase (E_0) le gluco-scillarène en scillarène ; ce dernier produit, sous l'action d'une scillarénase (E_0) donne de la proscillaridine. Mais là s'arrête la transformation. Repiqués à plusieurs reprises sur des milieux riches en rhamnose, ces organismes se sont alors montrés capables de dégrader, grâce à une enzyme d'adaptation (E_a) la proscillaridine :

1) gluco-scillarine $\xrightarrow[E_o]{}$ scillarène + glucose

2) scillarène $\xrightarrow[E'_o]{}$ proscillaridine + glucose

3) proscillaridine $\xrightarrow[E_a]{}$ scillaridine + rhamnose

A la suite de Gale (18) et de Mandelstam (19), nous pouvons imaginer que So provoque une inhibition de l'action de Ea et nous proposerons le schéma suivant :

$$1)\ (E_o) + (S_o) \rightleftarrows (E_o\ S_o) \rightarrow (E_o) + (S_{o_L})$$

$$2)\ (E_a) + (S_o) \rightleftarrows (E_a\ S_o)$$

L'enzyme d'adaptation est bloquée, mais lorsque So aura disparu, l'inhibition est automatiquement levée :

$$3)\ (E_a) + (S_a) \rightleftarrows (E_a\ S_a) \rightarrow (E_a) + (S_{o_L})$$

(15) Il s'agit ici d'un résumé très bref, pour plus de détail, consulter W. Bladergroen (note 10), J. Monod & M. Cohn : Adv. Enzymol., 13,67,1952 et P.E. Pilet : Rev. gén. Bot., 66,450,1959.

(16) J. Monod : Ann. Inst. Pasteur, 71,37,1945 — Growth 11,223,1947.

(17) A. Stoll & W. Kreis : Helv. chim. Acta, 34,1431,1951 ; A. Stoll & J. Renz — Ibid., 34,782, 1951 ; A. Stoll, J. Renz & A. Brack — Ibid., 34,2301,1951.

(18) E.F. Gale : Bact Rev., 7,139,1943.

(19) J. Mandelstam et J. Yudkin : Biochem. J., 51,686,1952.

Cette théorie n'est pas complètement satisfaisante car elle n'explique pas pourquoi l'attaque de S_a ne suit pas immédiatement la disparition de S_0. On peut alors supposer que S_0 au lieu d'inhiber seulement la réaction où interviendrait Ea peut agir sur la biosynthèse induite par S_a de E_a.

Les relations entre gènes et enzymes vont, en se précisant, placer le problème de l'adaptation enzymatique sur un autre plan. Beadle (20), sur le *Neurospora* signale une correspondance d'action très stricte entre les gènes et les enzymes. Frey-Wyssling (21) insiste avec raison sur la similitude de leur structure. Un peu partout, la participation des acides nucléiques à la biosynthèse des enzymes est mise en évidence. L'intervention d'un plasmagène (22), précurseur cytoplasmique d'un système enzymatique particulier est envisagée ; les rapports entre gènes et plasmagènes sont évidents, le plasmagène étant en quelque sorte responsable de l'hérédité cytoplasmique. Les travaux d'Ephrussi (23) sur le *Saccharomyces* fournissent des preuves incontestables à l'hypothèse qu'une adaptation enzymatique est liée à des processus de mutation gènique.

Mentionnons enfin les remarquables expériences d'Hotchkiss (23 bis) qui ont mis en évidence le rôle joué par l'acide désoxyribonucléique (ADN) dans ces phénomènes d'induction enzymatique. Des souches de Pneumocoques sont placées dans un bouillon contenant de la septromycine ; la plupart de ces bactéries meurent. Certaines (un petit nombre) résistent pourtant : on les récolte et on les cultive dans un bouillon normal. Puis on extrait leur ADN. A une culture normale de pneumocoques, on ajoute alors cet ADN et on voit apparaître des bactéries très résistantes, qu'on reconnaît par un pouvoir de division très réduit. On a réalisé ainsi une *mutation expérimentale*.

Concentration du substrat

L'enzyme peut aussi, à la suite d'un prétraitement déterminé, s'adapter à un substrat plus abondant et augmenter ainsi considérablement son efficacité.

Pollock (24) met en évidence ce phénomène sur le *Bacillus cereus* qui peut, grâce à un système pénicillinasique, dégrader la pénicilline. Ces microorganismes, en contact préalable avec de la pénicilline, vont produire, dès qu'ils seront en contact avec leur

(20) G.W. Beadle : Physiol. Rev., 25,643,1946 ; Z. Naturf., 3,63,1948 ; Science in Progress, 6,184,1949.

(21) A. Frey-Wissling : Submicroscopie morphology of protoplasm, Elsevier, 1953.

(22) V. S. Spiegelman : Symp. Soc. exp. Biol., 2,286,1948.

(23) B. Ephrussi & P.P. Slonimsky : Biochem. & Biophys. Acta, 6,256,1950 ; B. Ephrussis & H. Hottinguer : Nature, 166,956,1950.

(23 bis) R.D. Hotchkiss : Enzymes, units of biological structure and function. Gaebler Ed., New York, 1956.

(24) M.R. Pollock : Brit. J. exp. Path., 31,739,1950.

substrat, des enzymes bien plus actives. Un autre exemple peut être donné : il s'agit d'un système enzymatique qu'on peut extraire de champignons (25) ou de plantes supérieures comme le pois (26) ou la lentille (27) et qui dégrade les hormones responsables de la croissance du type acide β-indolyl-acétique. Ces enzymes, traitées par ce produit, puis mises en contact avec leur substrat vont le détruire avec une intensité singulièrement accrue (28). Or, ces hormones, si elles sont trop concentrées, provoquent une inhibition de la croissance cellulaire, les cellules, grâce à ce processus d'adaptation, possèdent un moyen de réagir contre ces phénomènes (29). Retenons, pour terminer, le cas des algues vivant dans les eaux radioactives de Bikini. La teneur en eau oxygénée de ces organismes est beaucoup plus forte que chez celles qui vivent dans les eaux normales. Des essais réalisés par ses phytophysiologistes de l'Université de Tokyo (30), montrèrent que des algues ordinaires, traitées par de l'eau oxygénée étaient rapidement détruites. Or, en irradiant ces algues, on peut observer que leurs catalases et leurs péroxydases deviennent beaucoup plus actives. On sait que ces enzymes assurent la décomposition de l'eau oxygénée :

$$H_2O_2 \xrightarrow[\text{péroxydases}]{\text{catalases}} \begin{matrix} H_2O + 1/2\ O_2 \\ H_2O + O^{2-} \end{matrix}$$

C'est donc par un processus d'adaptation enzymatique que ces algues peuvent continuer à vivre dans des eaux *a priori* néfastes.

Adaptation enzymatique et finalité de fait

Grâce à ces processus d'adaptation enzymatique, nous avons assisté au combat victorieux mené par quelques cellules végétales contre la mort. Menacées de famine, certaines d'entre elles auraient dû succomber ; les autres auraient dû être tuées par l'accumulation de produits devenus toxiques. Rien de cela ne s'est produit. Leurs enzymes se sont mises à *transformer autre chose,* permettant l'utilisation d'une nourriture nouvelle, ou à *travailler davantage,* assurant la dégradation d'un surplus néfaste.

Qu'on le veuille ou non, nous nous trouvons en face d'une incontestable finalité de réalisation. *Reconnaître* cette finalité, ce n'est pas souscrire, pour autant à une métaphysique, c'est res-

(25) P.M. Ray & K.V. Thimann : Plant Physiol., 11,30,1955.

(26) A.V. Galston, J. Bonner & R.S. Baker : Arch. Biochem & Biophys., 42,456,1953.

(27) P.E. Pilet : Rev. gén. Bot., 64,106,1957.

(28) A.W. Galston & L. Dalberg : Amer. J. Bot., 41,373.1954 ; P.E. Pilet : Rev. gén. Bot., 66,450,1959.

(29) V. P.E. Pilet : Les phytohormones de croissance, Masson Ed. Paris, 1960.

(30) Observations rapportées par W. Bladergroen dans « Chap. Ch. Biochimie générale », Sandoz, 3,172,1959.

ter dans le domaine de l'observation pure. *Comprendre* cette finalité, c'est là le problème central de la biologie moderne.

Finalité et finalisme

Les biologistes s'excusent souvent de rechercher la fonction d'un système vivant ; ils précisent avec une prudence peu courageuse qu'ils sont très loin du finalisme (31). Ceux-là n'ont pas compris que la *finalité* est un fait (32), précisément celui qu'ils ont pour mission de mettre en évidence, alors que le *finalisme* n'est qu'une théorie.

Si l'on cherche à distinguer les divers *degrés d'explication causale* (33) d'un processus biologique, une telle confusion peut être évitée.

En restant d'abord sur le plan de la matière, on peut chercher le comment d'un mécanisme. Une telle démarche, strictement scientifique, va satisfaire ceux pour qui l'analyse d'une fonction et des facteurs qui assurent ou compromettent sa réalisation, est le but de toute étude du vivant.

Pour un bon nombre de biologistes, ce degré de connaissance est insuffisant. Tout en pratiquant une science concrète et positive, leur point de vue change et s'élève. La vie n'est pas uniquement régie par les *lois physico-chimiques* (34) et cette relative indépendance permet à la matière vivante de manifester cette liberté qui la caractérise et ce pouvoir d'invention, illustré, par exemple, par les processus d'adaptation enzymatique. Il existe donc des *lois à caractère proprement biologique*. Ce ne sont pas celles qu'on soupçonnait, il y a cinquante ans, par ignorance des mécanismes de biosynthèse des composés cellulaires. Ce sont des lois de réactivité. La vie suivrait ainsi ses propres voies au-travers de la matière en respectant une législation physico-chimique, mais en conservant son originalité propre.

La position philosophique du phytophysiologiste

Pour le chercheur, peu satisfait d'une explication causale exclusivement d'ordre matériel et conscient que la vie n'obéit pas seulement aux lois de la matière inerte, la nécessité d'autre chose le hante. Il ne peut échapper à une certaine obédience philosophique (35). Biologiste, il a limité son univers pour le mieux étudier dans un cadre rigoureux et reproductible. En tant qu'homme, il a le devoir de lever ces barrières artificielles. Deux systèmes, le

---

(31) L. Cuénot : Invention et finalité en biologie. **Flammarion**, 1941.

(32) E. Gagnebin : La morale et l'histoire de la vie. Suisse contemporaine, 1,1948.

(33) R. Collin : Panorama de la biologie. **Ed. Revue des Jeunes**, 10,1945.

(34) A. Moyse : Biologie et physico-chimie. **P.U.F.**, 1948.

(35) F. Le Dantec : De l'homme à la Science. **Flammarion**, 1917. — P. Lecomte du Nouy : L'homme devant la Science. **Flammarion**, 1939.

mécanisme et le finalisme s'affrontent (36), qui cherchent à s'emparer de lui. Pour les *mécanistes* d'abord, la vie n'est qu'un ensemble de réactions semblables à celles de la matière ; tout est régi par le hasard, sans but, ni dessein. De telles affirmations, parfaitement gratuites, les font sortir de la science positive et les entraînent à créer de toute pièce un dogmatisme atéléologique. Revenant à la finalité de fait qu'ils n'osent nier sans craindre un paradoxe, les mécanistes sont obligés, d'autre part, de faire intervenir un « hasard heureux et utilitariste ». Or, parler d'utilité, c'est attribuer à la vie une *valeur de continuité,* c'est être par conséquent anti-mécaniste. La position du mécaniste est donc, pour le biologiste, insoutenable. Dans l'autre camp, le *finaliste* est peu satisfait par l'intervention constante et aveugle du hasard. Partant également de cette finalité de fait que lui donne une biologie concrète, lui aussi est attiré vers une métaphysique. Il n'y est pas amené comme les mécanistes en passant, sans transition, de l'examen physico-chimique du vivant à la philosophie. Il y arrive sans écarter *a priori* les lois biologiques que l'observation lui avait fait soupçonner.

Aujourd'hui, le terme de finalisme fait un peu désuet (37). Il ne plaît guère au biologiste qui cherche à exorciser l'anthropomorphisme du finalisme intégral. Il ne convient pas mieux à celui qui souhaite que la biologie devienne une science presque exacte.

En fait, le *biologiste anti-mécaniste* n'est pas et ne peut plus être un finaliste tout court. Le finalisme ne possède ni l'unité décevante, ni la clarté négative du mécanicisme : il est fait d'innombrables degrés. Entre le finaliste naïf et le finaliste épuré, il y a tout un monde de nuances.

Quelle que soit sa position philosophique, le biologiste utilisera des méthodes qui ne le distinguent pas d'un autre biologiste attaché à une autre Ecole de pensée (38). Ce n'est pas comme chercheur, mais c'est en tant qu'homme, que le biologiste choisira. En aucun cas ses *idées* ne compromettront son *travail* scientifique, jamais son choix n'influencera la valeur de ses démarches expérimentales.

Il peut opter pour le finalisme, il peut se convaincre qu'il est un mécaniste, il peut encore se juger momentanément inapte à prendre parti et hésiter loyalement entre ces deux positions qui n'admettent entre elles aucun compromis. Une des trois solutions adoptées, le biologiste aura prouvé son désir de regarder plus haut quelques-uns des problèmes qui font de lui un homme de sciences.

---

(36) Notion de structure et structure de la connaissance, p. 203. — La structure en biologie. Centre intern. de synthèse, Albin Michel, 1957.

(37) P. Lecomte du Nouy : Le temps et la vie, Gallimard, 1936. — P. Lecomte du Nouy : L'avenir de l'esprit, Gallimard, 1941. — G. Baellelaid : Le nouvel esprit scientifique, P.U.F., 1946.

(38) R. Taton : Causalités et accidents de la découverte scientifique, Masson, 1955.

Malheureusement, une solution est encore possible, et c'est la plus commode, celle de celui qui refuse de se sortir de sa condition de biologiste. Un manque de clairvoyance empreint souvent d'une confortable vanité lui donne une confiance illimitée en sa méthode que naïvement il croit toute puissante. Il manifestera même son hostilité à ce monde de pensée et d'abstraction qui lui est si totalement étranger. Ce biologiste-là est peut-être un sage, mais un sage sans curiosité et dépourvu d'imagination, deux qualités jusqu'à maintenant revendiquées par le biologiste moderne.

P. E. Pilet.



VIDE

Pompes préparatoires à simple et double étage.
Pompes moléculaires à disque.
Pompes à diffusion d'huile.
Groupes de pompage.
Jauges - Vannes - Raccords - Accessoires pour le vide.

RAYONS X

Générateurs haute-tension.
Tubes à rayons X démontables.
Tubes à rayons X instantanés.
Chambres à cristal tournant ; DEBYE-SCHERRER ; SEEMAN-BOHLIN ; LAUE ; θ-2θ ; WEISSENBERG.
Spectromètres dans l'air ou dans le vide à chambre d'ionisation et compteur GEIGER-MULLER.
Monochromateurs à cristal courbe et cristal plan.
Analyseurs de spectres et accessoires.

MICROMANIPULATION

Micromanipulateur mécanique MONCHABLON.
Micromanipulateur pneumatique DE FONBRUNE.
Microforge DE FONBRUNE.
Microseringue DE FONBRUNE et accessoires.

MAGNÉTISME

Electro-aimants de minéralogie.
Electro-aimants de laboratoires.
Balances de COTTON.
Appareils pour l'étude de l'effet HALL.

NOTICES DÉTAILLÉES ET TARIFS SUR DEMANDE.



NOMINATIONS [1]

PARIS. — MM. CHATELET (Marcel), JEAN, MATTLER, MICHEL (Louis), RUMPF, BERGERARD, BERTEIN, BOUISSIERES, Mme COUTURE, MM. ELLENBERGER, FRANC, SCHNELL, STOLKOWSKI, ACHER, BAUDOIN, BEAUMONT, BLAMONT, BOURREAU CURIE (Daniel), DURAND-DELGA, FREON, HELLER, TORTRAT, CAILLEUX, MAGNAN, DAUDEL, Mlle FOURCROY sont nommés Professeurs sans chaire.

PARIS (Pharmacie). — MM. DEYSSON, FLAHAUT, LE HIR et RENAULT (Jean) sont nommés Professeurs sans chaire.

PARIS (Muséum). — M. Paul REMY, Professeur à Nancy est nommé titulaire de la chaire d'Ecologie générale (dern. tit. M. KUNHNHOLTZ-LORDAT, retraité).

AMIENS (Médecine et Pharmacie). — M. GORIS, Mdc, est nommé titulaire de la chaire de Matière médicale et Botanique.

ALGER. — MM. COHEN-ADAD et DUMONTET sont nommés Professeurs sans chaire.

BESANÇON. — MM. BERNARD (Jean) et RIPPLINGER sont nommés Professeurs sans chaire.

BORDEAUX. — MM. CHASTEL, DOLBEAULT, EYME, LALANDE, MAURET, ainsi que M. ENNOUCHI et Mme GAYRAL, détachés à Rabat, sont nommés Professeurs sans chaire.

BORDEAUX (Pharmacie). — M. QUILICHINI, Professeur TTP. est transféré dans la chaire de Pharmacie chimique.

CAEN. — MM. MONIER, GIACOMO, BINET et CONIA sont nommés Professeurs sans chaire.

CLERMONT-FERRAND. — M. AVAN est nommé Professeur sans chaire.

DAKAR. — Mlle de POUQUES est nommée Professeur sans chaire. Par décret du 23/5/60 l'Ecole Nationale de Médecine et de Pharmacie est tranformée en Faculté mixte.

DIJON. — M. AMIOT est nommé Professeur sans chaire.

GRENOBLE. — MM. PILLET, et BOUCHEZ sont nommés Professeurs sans chaire.

LILLE. — MM. HEUBEL, LEBRUN, MONTREUIL, TILLIEU, TRIDOT et Mlle MARQUET sont nommés Professeurs sans chaire.

LILLE (Pharmacie). — M. OSTEUX, Professeur TTP, est transféré dans la chaire de Chimie biologique pharmaceutique.

---

(1) Pour alléger le texte nous avons utilisé les abréviations suivantes : Professeur TTP = Professeur à titre personnel ; MdC = Maitre de Conférences ; CdT = Chef de Travaux.

LYON. — M. JANIN, Professeur TTP est transféré dans la chaire de Physique expérimentale.

MM. GIGOUT, LAFOUCRIERE, LAVIOLETTE, DREUX et GRANDMONTAGNE sont nommés Professeurs sans chaire.

MARSEILLE. — M. FAULDERS, Ingénieur de recherches, est nommé Professeur associé.

MM. PAILLARD, Mlle CLARION, MM JUIG, AMAR, PESTEIL, BOUSQUET, CHOUTEAU, MACHS, LEGENDRE (détaché à Tananarive) sont nommés Professeurs sans chaire.

MARSEILLE (Pharmacie). — M. MOURGUE, Professeur TTP, est transféré dans la chaire de Chimie minérale.

MM. GREBUS et MERCIER (Jacques) sont nommés Professeurs sans chaire.

MONTPELLIER. — MM. KAHANE (Ernest), JOUTY, CHARLES, JACQUIER, Mlle RENAUDIE, MM. CHALIN et NOZERAN sont nommés Professeurs sans chaire.

M. Jean-Pierre KAHANE est transféré dans la chaire d'Analyse supérieure.

NANCY. — M. le Professeur Bertrand SCHWARTZ est renouvelé comme Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure de Métallurgie et des Mines.

MM. HADNI et KERN, Mme ROISEN, sont nommés Professeurs sans chaire.

POITIERS. — MM. BORY, LAURENT (Paul), RIVAULT, SOURIE, Mlle MOURIER, MM. GOETHALS et VAUTHIER sont nommés Professeurs sans chaire.

M. PATTE est transféré dans la chaire de Paléontologie des Vertébrés et Paléontologie humaine.

RENNES. — M. le Professeur SALMON-LEGAGNEUR est nommé Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie.

MM. LE MONTAGNER, PELTIER, LEVAS, MAILLET, GUERINDON et BOULLOUD sont nommés Professeurs sans chaire.

RENNES (Pharmacie). — M. DOBY, MdC, est nommé titulaire de la chaire de Parasitologie et Zoologie appliquée.

REIMS. — M. FAUCHERRE est nommé Professeur sans chaire.

STRASBOURG. — MM. COCHE, BERGER, FRENCKEL, TAGLANG et LONCHAMP sont nommés Professeurs sans chaire.

TOULOUSE. — MM. BAYET, BLANC, BOUCHON, LACROIX, LEKUBRE et LEREDDE sont nommés Professeurs sans chaire.

M. NOUGARO, Professeur TTP, est transféré dans la chaire d'Hydraulique générale et appliquée.

TOULOUSE (Pharmacie. — Mlle MEYNIER et M. ROUX sont nommés Professeurs sans chaire.

Congrès et réunions scientifiques

Le 6e CONGRES DU BUREAU INTERNATIONAL D'ANTHOPOLOGIE DIFFERENTIELLE se tiendra à Paris du 25 au 29 juillet prochain sous la présidence du Professeur Henri LAUGIER (Secrétariat du B.I.A.D., 42, rue Henri-Barbusse, Paris (5e).

Nouvelles scientifiques

● *Conversations de l'espace : science fiction ou réalité probable ?* — Deux physiciens de l'Université Cornell, G. Cocconi et P. Morrison suggèrent, dans un mémoire publié par « Nature » que si l'on désire un jour savoir réellement si des systèmes autres que le système solaire sont habités, ce qui n'est pas absolument improbable, le meilleur moyen de l'apprendre, c'est de se mettre à l'écoute sur les longueurs d'onde convenables afin de détecter d'éventuels signaux.

D'après ces deux physiciens il n'y aurait pas de raisons pour que des étoiles analogues au Soleil n'aient pas de planètes. Quels signaux pourraient alors émettre les habitants de ces hypothétiques planètes ? D'après les données de l'absorption atmosphérique les fréquences « audibles » seraient comprises entre 1 et 10 000 mégacycles par seconde. Sans s'astreindre à balayer toute cette étendue on suggère de s'aligner à 1 420 mégacycles, fréquence de la raie de 21 cm émise par l'hydrogène interstellaire. Des radiotélescopes, à peine plus puissants que ceux existant aujourd'hui, pourraient détecter dans cette bande des signaux émis par des étoiles de la grande de tau Ceti, omicron Eridani II et êta Indi. Toutes ces étoiles ont des brillances analogues au Soleil et se trouvent à environ 15 années-lumière. Il est à noter que toute réponse à une question subira nécessairement un retard de dix ans au minimum.

Tout ceci peut sembler du domaine de la spéculation, mais les auteurs estiment qu'en s'en occupant on ne peut qu'augmenter les possibilités de réussite.

● *Le Diamant artificiel.* — La Revue Générale des Sciences a déjà informé ses lecteurs que les laboratoires de la « General Electric Co » à Schenectady (N.-Y.) ont réussi à produire des diamants artificiels. Ceux-ci, quoique de très petites dimensions, présentent toutes les caractéristiques des diamants naturels (indice de réfraction, diagramme aux rayons X, etc...).

Quelques specimens de ces diamants, ainsi que des diamants naturels, ont été récemment examinés au « Royal Holloway College » de l'Université de Londres, par le Professeur S. Tolansky et le Dr. I. Sunagawa. Il résulte des examens microscopiques et interférométriques qu'ils ont fait, que les diamants artificiels présentent fréquemment une croissance en hélice qu'on ne trouve pas chez les diamants naturels. On pense qu'il s'agit d'une caractéristique particulière des diamants artificiels et qui est due à la

rapidité de la cristallisation, contrairement au processus extrêmement lent de la formation des diamants naturels.

On peut cependant remarquer que certaines impuretés (du type carbone métallique) peuvent conduire à la formation de dislocations hélicoïdales. Toutefois, une étude détaillée portant sur des boarts du Congo, renfermant des impuretés, a montré qu'aucun des échantillons étudiés ne présentait de dislocation hélicoïdale.

En ce qui concerne le procédé de production artificielle des diamants « Chemical and Engineering News » donne, d'après la General Electric, les précisions suivantes. On sait que de très hautes pressions et des températures très élevées ont été mises en œuvre dans cette fabrication. En fait l'un des problèmes cruciaux a été celui du catalyseur (métallique) qui se situe à l'interface entre le carbone (non converti) et le cristal de diamant en train de croître. Grâce à ce film de catalyseur on a pu opérer à des pressions de 55 000 à 120 000 atmosphères et à des températures de 1 200 à 2 500° C. Sans ce catalyseur, il aurait fallu atteindre des pressions de 200 000 atmosphères à des températures voisines de 4 000° C. Le creuset soumis à ces pressions est un silicate d'aluminium naturel présentant la propriété d'avoir un point de fusion qui s'élève avec la pression de 1 325° C environ à 2 650° C.

Le catalyseur peut être un métal du type chrome, cobalt, nickel, manganèse, fer ou rhodium, palladium, osmium, iridium et platine. Le tantale donne des résultats particulièrement bons.

La capsule est un espace annulaire que viennent serrer des cônes de même matière qui agissent en piston de part et d'autre de la charge (carbone + catalyseur). La fusion du métal forme un film de 0,1 mm. d'épaisseur sur le carbone. C'est au-dessus de cette pellicule que se produit le cristal de diamant, le processus ne nécessitant aucun germe.

● *La production de l'azote dans le monde.* — La production mondiale d'azote (calculée en azote fixé) a en 1959 atteint, d'après la « British Sulphate Federation of Ammonia » le chiffre de 11.250.000 tonnes, soit 8,8 % de plus qu'en 1958. La consommation mondiale a été de 11.091.000 tonnes, en augmentation de 10,3 % par rapport à la période 1957-58. Les Etats-Unis ont consommé 2.718.000 tonnes sous forme d'engrais.

L'augmentation de la demande intérieure en Grande-Bretagne a eu pour conséquence de faire baisser les exportations de 305.000 tonnes en 1957-58 à 235.000 tonnes en 1958-59.

L'Allemagne orientale doit augmenter sa production qui atteindra 400.000 tonnes en 1965 par la « Leuna-Werk Walter Ulbricht ». Pendant le même temps la « Piesteritz Nitrogen Works » doublera sa capacité de production qui atteindra 20.000 tonnes par an dès 1961. On pense que la production totale de

l'Allemagne orientale atteindra 650.000 tonnes en 1965, la « Leuna-Werk » assurant 90% de cette production (d'après « Chemical and Engineering News »).

● *Le contrôle des naissances.* — Sous la pression de la progression de la densité de sa population, le Japon moderne est arrivé à un taux de déclin de sa population qui constitue un record. La dénatalité a suivi les valeurs suivantes: 34,3 naissances pour mille en 1947, 18.5 en 1956 et 17,2 en 1957. Les méthodes les plus couramment employées ont été l'avortement et la stérilisation. On a enregistré en 1957 : 1.170.000 avortements et il faut en compter autant non enregistrés.

Le Comité américain du contrôle des naissances favorise l'assistance dans les pays surpeuplés, là où le rythme d'accroissement de la population dépasse celui du développement économique. On peut lire dans un rapport du « Stanford Research Institute » sur la limitation des naissances (cité par le « Scientific American ») : les moyens traditionnels ont jusqu'à présent été les épidémies, les famines et les guerres ; si d'autres moyens doivent leur être substitués, c'est une véritable politique nationale et internationale qu'il faut fonder ».

● *La face inconnue de la Lune.* — Les premiers dépouillements des photographies de la face inconnue de la Lune, obtenues par l'engin spatial soviétique, pourraient bien nous conduire à une révision de la théorie de l'origine de la Lune.

Les photographies prises lors du passage à 8.000 km de la lune semblent déceler une topographie bien moins variée que celle de la face visible de la terre. On y observe un certain nombre de cratères, mais aussi une chaine de montagnes d'une topographie particulière. Les spécialistes américains, nous fait savoir le « Scientific American », manifestent cependant une grande circonspection quant à ces données en attendant de voir des photographies mieux contrastées que celles divulguées jusqu'à présent par les Russes.

● *Utilisation du pyrographite.* — « Chemical and Engineering News » nous informe que la société américaine « Raytheon » va exploiter ce qui n'était jusqu'à présent considéré que comme une curiosité de laboratoire : l'anisotropie du graphite. Cette variété de carbone possède en effet une conductivité électrique et thermique qui diffère d'un facteur de 1000 suivant deux plans perpendiculaires. Ce graphite anisotropique, désigné aussi sous le nom de pyrographite, pourrait recevoir une application dans la construction des cônes et ogives d'engins spaciaux soumis à de très hautes températures.

Le pyrographite est anisotrope du fait de sa structure cristalline particulirement orientée. Il est obtenu par craquage d'un

hydrocarbure dans une atmosphère inerte. Il est plus dense que le graphite normal (2,22 au lieu de 1,6 à 1,7). Il peut être incorporé à certaines fibres et utilisé pour renforcer certaines matières plastiques et même être incorporé à des alliages.

● *L'expansion de la production des matières plastiques et des fibres synthétiques en Allemagne.* — Les ventes de la Société « Farbenfabriken Bayer » ont atteint en 1959 le chiffre record de 572 millions de dollars, soit 20% de plus que l'année précédente. Les exportations ont, pour la première fois, dépassé 238 millions de dollars. Près de la moitié de l'augmentation des ventes est relative aux matières plastiques et aux fibres synthétiques. Le « dralon », en particulier, est une fibre acrylonitrile en grande vedette; c'est l'équivalent allemand de l' « orlon » de la Société DuPont de Nemours.

● *Les pôles magnétiques du Soleil.* — Il semble, d'après les observations de H. D. Babcock des observatoires du Mont Wilson et de Palomar, que les pôles magnétiques du Soleil se soient inversés. Cette inversion s'est effectuée progressivement au cours des deux dernières années et un pôle seulement à la fois, de sorte que le Soleil a eu deux pôles Nord pendant plusieurs mois. D'après Babcock les deux hémisphères du Soleil agiraient semi-indépendamment, de vastes courants de gaz chauds sur le Soleil modifiant le magnétisme global et produisant ces effets (d'après « Scientific American »).

● *Recherches sur de nouveaux débouchés pour les produits pétroliers.* — Lors d'une récente réunion de l'Association américaine du pétrole W. J. Sweeney a décrit de nouvelles perspectives pour les produits pétroliers.

Parmi les plus intéressantes figures les *piles à combustible* susceptibles de transformer directement l'énergie chimique en électricité, sans passer par l'intermédiaire de la chaleur qui limite à 42% le rendement des centrales thermiques. Les recherches ont pour but l'utilisation, dans les piles à combustible, non pas d'hydrogène d'un prix trop élevé, mais d'un produit pétrolier.

Dans le domaine de l'*agriculture* des recherches sont poursuivies qui ont pour but la culture de régions défavorisées par les conditions météorologiques. Une mince pellicule de bitume répandue sur les terres ensemencées empêche une évaporation excessive de l'eau du sol et maintient l'humidité nécessaire pendant la germination et jusqu'à ce que les plantes lèvent. Dans les pays arides on pourrait concentrer les pluies vers des bandes de sol cultivé en les faisant alterner avec des bandes recouvertes de bitume sur lesquelles l'eau s'écoulerait. Une fraction de la superficie totale serait ainsi sacrifiée, mais le reste deviendrait cultivable.

En *sidérurgie* les produits pétroliers peuvent servir à l'enrichissement de certains minerais de fer, avant leur introduction dans le haut-fourneau, en remplacement du coke utilisé actuellement.

Enfin, W. J. Sweeney a parlé du *blocage du Saint-Laurent* par les glaces pendant quatre mois par an. Avec des compresseurs convenables (entraînés par diesels ou par turbines à gaz) on pourrait provoquer dans la zone profonde, relativement chaude, la formation de bulles qui monteraient réchauffer la couche supérieure plus froide.

● *La datation en Géologie et en Archéologie par les radioisotopes.* — Dans un article paru récemment dans « Research », B. J. Giletti et R. St. J. Lambert de l' « University Museum » d'Oxford passent en revue les méthodes de détermination de l'âge des échantillons géologiques et archéologiques à l'aide des radioisotopes.

La méthode du carbone 14 permet de dater des objets de plusieurs dizaines de milliers d'années. Elle est basée sur la β radioactivité de ^{14}C qui a une durée de demi-vie de 5 568 ans. La concentration en ^{14}C dans les organismes vivants est en équilibre avec la concentration normale atmosphérique (le ^{14}C se trouvant dans CO^2 atmosphérique où il est produit par les rayons cosmiques dans la haute atmosphère). A l'état fossile l'équilibre se trouve rompu et la concentration que l'on peut mesurer représente la fraction de l'activité au moment de la rupture de l'équilibre. Par exemple un tissu de coton fait de fibres datant de 5 568 ans doit présenter une activité moitié moindre que celle d'un tissu de coton moderne.

Outre la méthode au ^{14}C d'autres méthodes sont utilisées en particulier pour des époques géologiques très éloignées, se chiffrant par des millions ou même des milliards d'années : méthodes U - Th - Pb, ^{40}K - ^{40}A, - ^{87}Rb - ^{87}Sr.

Du point de vue géologique on peut signaler que le minerai le plus ancien trouvé dans la croûte terrestre est un échantillon de galène provenant de Rhodésie et datant de 3 200 millions d'années. Certaines météorites datent de 4 600 millions d'années.

● *Un nouveau procédé de production d'énergie électrique.* — La Société « General Electric » vient d'annoncer un progrès décisif dans la production de l'énergie grâce au magnetohydrodynamisme (MHD).

Le rendement des futurs générateurs est de 40 à 50% de conversion d'énergie thermique en énergie électrique à comparer avec le taux de 35% atteint par les turbo-alternateurs.

Le magnetohydrodynamisme (MHD) peut se comparer au procédé classique en ce sens qu'il recourt au déplacement d'un

conducteur électrique dans un champ magnétique. La différence réside dans l'utilisation comme conducteur d'un gaz ionisé à haute température à la place de câbles métalliques. D'où élimination des parties tournantes et rendement accru.

Bien que les principes du MHD aient été connus depuis quelque temps, la production effective du courant était considérée comme très difficile. Les efforts actuels de la « General Electric » portent sur la réduction du poids, l'accroissement du rendement et de la sécurité, afin de réaliser une somme d'énergie auxilaire pour les véhicules interspatiaux.

C'est en septembre 1959 que les premiers résultats ont été enregistrés, moins d'une année après le début des études entreprises par la « General Electric ».

Au cours de ces essais, l'énergie contenue dans un plasma d'air à haute température avec des atomes ionisés et des électrons, fut transformée directement en énergie électrique, soit pendant 5 secondes une production de 1 KW. En principe, le moteur MHD peut fonctionner sans interruption.

La production d'énergie MHD peut être utilisée dans un engin spatial, soit en circuit fermé (alimentation permanente), soit en circuit ouvert (brèves émissions de courant). Dans le premier cas, l'énergie solaire ou une réaction nucléaire constitueront la source de chaleur et le conducteur gazeux accomplira perpétuellement le même cycle. Dans le deuxième cas, la source de chaleur pourra être fournie par un moteur fusée à combustible solide. Ce type de moteurs existe actuellement et, pour une durée de fonctionnement de 1 à 3 secondes, produit la puissance élevée nécessaire pour transmettre une image TV d'un engin interspatial sur la lune.

● *Rendement des pétroles bruts en essence et en fuels.* — Les publications de l'Union des Chambres syndicales de l'Industrie du Pétrole nous donnent d'utiles renseignements sur la consommation de la France et les pétroles bruts.

La France consomme en moyenne 26,5% d'essence, 11,1% de gas-oil, 52,6% de fuels et 9,8% de produits divers. Pour satisfaire ces besoins, les raffineries françaises utilisent beaucoup de pétroles d'Iraq qui contiennent 20% d'essence, 36% de gas oil et 44% de produits lourds. Les pétroles du Vénézuela donnent 6% d'essence, 15% de gas oil et 79% de produits lourds. Les nouveaux pétroles du Sahara (Hassi Messaoud) donnent 34% d'essence, 40% de gas oil et 26% seulement de produits lourds. On voit que la richesse exceptionnelle du pétrole d'Hassi Messaoud en essence et gas oil ne concorde pas avec les besoins des raffineries françaises ; elle conviendrait mieux au marché américain qui consomme 42% d'essence, 27% de gas oil et 31% seulement de produits lourds. Par contre, le pétrole d'Edjelé, avec 22%, 36% et 42%, se rapproche du pétrole d'Iraq.

● *La structure de l'Antarctique.* — De nouvelles données sur la structure de l'Antarctique ont été apportées dans le périodique américain « Science » par quatre membres, C. R. Bentley, N. A. Ostenso, E. C. Thiel et A. P. Crary, d'une expédition effectuée pendant l'année géophysique internationale. Ces données contribuent à la résolution du problème de l'Antarctique, continent ou archipel.

Des données géologiques, magnétiques et sismiques ont été obtenues le long de l'Antarctique ouest, dans une région s'étendant de Wilkes Land (au sud de l'Australie) à Filchner Ice Shelf (au sud du milieu de l'Atlantique). C'est un terrain continental (et non océanique) que l'on rencontre au-dessous de la calotte glaciaire, comme si l'Antarctique ouest était un prolongement de la péninsule de Palmer avec une série d'îles montagneuses. D'après la structure rocheuse et glaciaire on peut en conclure que l'Antarctique ouest est né de deux calottes séparées, l'une près de l'Executive Committee Range et l'autre entre les monts Horlick et Sentinel. Ces calottes se sont progressivement étendues et épaissies jusqu'à se souder complètement en une seule nappe de glace.

● *La toxicité des matières plastiques.* — Dans une Note parue dans « Nature » de Londres, S. F. Chancellor nous donne les résultats de recherches effectuées par les laboratoires de la « Bakelite Limited » en Angleterre. On a déterminé la teneur en plomb susceptible d'être libéré par dissolution dans une canalisation en chlorure de vinyle contenant de l'eau. On sait, en effet, que des sels de plomb sont ajoutés lors de la fabrication des polyvinyles et jouent le rôle de stabilisants.

On a ainsi montré que pour un composé stabilisé par 3,77 % de dérivés du plomb (phosphate, stéarate) on en trouve après 18 mois de contact avec l'eau 0,5 part par million dans l'eau si elle est adoucie ou naturellement douce, et pas de traces dosables si elle est calcaire. On doit en conclure qu'il n'y a aucun danger d'intoxication, d'autant plus que généralement il s'agit d'eau courante et non d'eau stagnante.

● *L'administration des Universités.* — Une étude comparative de l'administration des Universités britanniques et américaines a paru récemment dans « Nature » de Londres. On peut en extraire les renseignements suivants.

Les Universités américaines ont une administration pléthorique. C'est ainsi qu'à l'Université de Pittsburg (Pennsylvanie) on trouve un chancelier, trois vice-chanceliers, trois assistants-chanceliers, seize directeurs, dix-huit doyens et une cohorte d'administratifs. Il n'en est pas de même dans les Universités anglaises qui ne consacrent que 5 à 10,6 % de leur budget à l'administration. Il faut cependant remarquer que le budget n'est

pas en lui-même significatif, car il y a un nombre considérable de personnel « académique », c'est-à-dire scientifique ou littéraire qui consacre une part malheureusement importante de son temps à des tâches administratives. On peut d'ailleurs remarquer que cette activité administrative se fait aux dépens de l'activité normale et pour être plus efficace cette activité devrait être aidée par l'organisation de cours d'administration puisqu'on ne peut pas faire autrement que de la laisser s'introduire insidieusement dans la vie professionnelle des membres de l'Université.

Ces remarques de l'auteur de l'article de « Nature » sont valables pour les Universités françaises où, dans les Facultés des Sciences surtout les problèmes d'administration se posent d'une manière très aiguë. En particulier les professeurs qui ont la charge d'un laboratoire de recherche n'ont à leur disposition aucun agent administratif. Ils consacrent une part généralement très importante à l'administration du laboratoire et cela aux détriments de leur activité de recherche. Et « l'Administration » des Finances ne se rend certainement pas compte des économies que l'on ferait en adjoignant des « administratifs » aux professeurs, directeurs d'importants laboratoires de recherches.

● *L'adaptation humaine au froid.* — Le Dr. L. Irving, de l' « Artic Research Center » d'Anchorage (Alaska), publie dans le périodique britannique « Nature », une étude sur l'adaptation humaine au froid.

On sait que certaines populations, voire certaines sectes, présentent une endurance particulière aux froids les plus rigoureux. Cette endurance n'est obtenue que par une adaptation de l'organisme.

Des tests ont été effectués par le Dr. Irving sur deux sujets appartenant à une secte de l'Alaska renommée pour son endurance et ayant l'habitude de ne se couvrir que d'une robe de coton et allant par des températures basses, nu tête, sans gants et les pieds nus. Soumis dans une pièce refroidie (température de l'air voisine de 0° C, température du sol oscillant entre — 1° et + 1°) à une station debout de 64 minutes, on a noté les oscillations de température en différents points de l'organisme (doigts, orteils, etc.) mesurées à l'aide de thermocouples. Les deux sujets supportent ces conditions sans trop d'inconfort et aucun tremblement n'apparaît avant une cinquantaine de minutes.

Un membre de l'aviation américaine, stationné à Anchorage, a été soumis au même test. Des tremblements apparaissent dès le début et d'une manière continue après la dixième minute ; les extrémités (doigts et orteils se refroidissent brutalement et deviennent très douloureuses. L'essai a dû être interrompu au bout de 40 minutes à la demande du sujet.

● *L'origine de l'Univers.* — Suivant une information du « Scientific American » des astronomes des Monts Palomar et Wilson, auraient découvert dans notre galaxie un agrégat d'étoiles dont l'origine remontrait à 24 milliards d'années, soit plus de deux fois plus que tout corps céleste connu jusqu'ici. Si cette valeur est confirmée ou bien l'Univers n'a pas été créé par une explosion originelle — le taux d'expansion donnant une valeur comprise entre 9 et 13 milliards d'années — et l'on serait dans un état stationnaire d'expansion, ou bien alors toutes nos distances cosmiques sont en fait deux fois plus grandes qu'on ne le pense.

L'âge des étoiles est déterminé par leur évolution suivant la théorie que lors de sa formation une étoile est surtout constituée d'hydrogène. Cet hydrogène « brûle » et se trouve progressivement converti en éléments plus lourds par des réactions de fusion nucléaire. Tant que de l'hydrogène subsiste l'étoile se place dans une « séquence principale », c'est-à-dire que si l'on trace le diagramme de sa brillance en fonction de sa température superficielle on se trouve sur une diagonale du graphique, les étoiles les plus brillantes le plus haut, les plus faibles vers l'origine. Lorsque tout l'hydrogène est consommé l'étoile quitte la diagonale de la séquence principale. Le temps entre l'origine et son écart de la diagonale dépend de la vitesse de « combustion ». Ce temps calculé pour l'agrégat d'étoiles observé a été trouvé égal à 24 milliards d'année. Même entachée d'une erreur importante, cette valeur est encore trop élevée pour les données connues.

● *La propulsion pneumatique des navires.* — J. L. Stollery nous rappelle dans « Nature » que l'idée d'interposer un matelas d'air comprimé entre un bateau et l'eau à la surface de laquelle il se déplace, remonte à 1883, année où a été déposé un brevet à ce sujet. C'est en 1953 que C. S. Cockerell expérimenta avec succès son véhicule « Hovercraft » dont la version actuelle est le « SR-NI ». C'est une soucoupe ovale qui se propulse au-dessus de la surface de l'eau et il est maintenu en suspension par l'air comprimé d'un compresseur de 435 CV. Des fentes placées en-dessous permettent d'envoyer des jets continus dirigés vers le bas et légèrement vers l'intérieur.

On envisage sérieusement la construction, sur ce principe, d'un « ferry » pour la traversée de la Manche et susceptible de transporter 800 passagers et 80 voitures. Le prix de revient par tonne transportée serait de l'ordre de 8 à 18 pence (environ 0,45 à 1 N.F.). Un tel navire pourrait être construit dans les dix ans à venir pour les transports transocéaniques et pourrait traverser l'Atlantique en 24 heures.

● *Le rayonnement ultraviolet des étoiles.* — Le « Scientific American » rapporte les premiers résultats obtenus à l'aide d'un

télescope lancé par une fusée à une altitude d'une centaine de kilomètres au-dessus de New-Mexico. Ce laboratoire volant emportait un télescope à réflexion de 4 pouces, couplé avec une cellule transmettant les signaux au sol. Sept étoiles étudiées par le champ balayé par l'appareil se présentent comme des sources ponctuelles d'ultraviolet. Chaque étoile est entourée d'une nébulosité à rayonnement ultraviolet moindre. Le rayonnement transmis est cependant bien plus faible que celui que l'on avait obtenu par extrapolation de la lumière visible. On attribue cette atténuation à une absorption par l'atmosphère entourant les étoiles. S'il en est bien ainsi les vues courantes sur l'atmosphère stellaire doivent être revues.

● *Catalyseurs d'hydrogénation sur soie et nylon.* — Des travaux japonais effectués à l'Université d'Osaka ont conduit d'après « Platinum metals Review » à la mise au point de nouveaux catalyseurs d'hydrogénation utilisant un support de soie pour le palladium. On prépare en fait un complexe entre le chlorure de palladium et la fibroïne de la soie. On obtient un composé chelaté qui est traité par l'hydrogène en autoclave. On a également préparé suivant un procédé analogue un catalyseur au nylon contenant moins de palladium (2,3 % alors que le catalyseur à la soie en contient 5 %) et qui présente une activité élevée.

Ces catalyseurs sont efficaces dans la préparation des aldéhydes par hydrogénation des cétones mais sont sans effet en ce qui concerne les liaisons aromatiques C = C. Leur activité augmente après une première utilisation et demeure élevée et stable pour plusieurs recyclages avant d'exiger une régénération.

On pense qu'une partie du palladium se trouve finement cristallisée alors que le reste doit se trouver régulièrement dispersé dans la structure micellaire des fibres. Certains points de l'activité catalytique de ces composés demeurent obscurs.

● *L'âge des Eléments.* — D'après de récentes découvertes l'âge du système solaire serait de 4,95 milliards d'années. C'est grâce à un spectromètre de masses particulièrement sensible que, d'après le « Scientific American », on a découvert à l'Université de Californie des traces de xénon 129 dans un échantillon provenant d'un météorite.

Le xénon 129 est un isotope provenant de la désintégration radio-active de l'iode 129. En supposant qu'à l'origine l'iode 129 était aussi abondant que l'iode 127, non radio-actif, on a comparé les concentrations de ^{127}I et de ^{129}Xe dans l'échantillon. De ce rapport on a pu conclure que la formation de ^{129}Xe remonte à 350 millions d'années après celle de l'iode. Comme l'échantillon lui-même était daté de 4,6 milliards d'années (d'après une datation par l'uranium-plomb et le potassium-argon) ceci donne pour

l'iode lui-même 4,95 milliards d'année. Or d'après les théories généralement admises tous les éléments ont été formés simultanément ; leur évolution s'est donc trouvée terminée il y a 4,95 milliards d'années.

● *L'industrie chimique française.* — M. R. de Vitry, Président de la Société Péchiney, a récemment donné à Londres au correspondant de « Chemical and Engineering News » une interview dont, brièvement résumés, les points importants sont les suivants :

L'industrie chimique française est, à l'ouverture du Marché Commun, en pleine vitalité. En partant de l'indice 100 en 1952, elle était à l'indice 113 en 1956, 184 en 1957 et 210 en 1958.

Il ne fait aucun doute que la centralisation et la concentration de l'industrie chimique sont nettement moins marquées en France que dans d'autres pays. Les dix plus grandes sociétés ne comptent, en France, que pour 25 % du chiffre total d'affaires, alors que les trois seules firmes allemandes, « Bayer », « BASF » et « Hochst » totalisant 31 % et qu'en Italie, « Montecatini » représente à lui seul 50 %. Une mesure de concentration en France réside dans le nouvel accord Péchiney-Saint-Gobain qui s'applique à certaines activités des deux sociétés.

M. R. de Vitry estime qu'un élargissement du marché est toujours souhaitable lorsqu'il est basé sur la libre concurrence et les relations sont excellentes avec les sociétés américaines et canadiennes.

Au sujet des investissements américains en Europe, M. R. de Vitry a dit que les Américains agissaient en toute connaissance de cause ; s'ils ont décidé de faire des investissements en Europe, c'est que le moment devait être opportun. Dans cette perspective un accord a été récemment signé avec « Dow Chemical » pour la production en Europe de Saran et de Styron par une nouvelle Société franco-américaine.

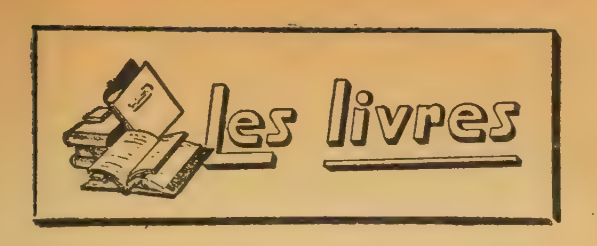
● *Découverte archéologique d'un trésor celte.* — Un trésor mis au jour en 1958 dans l'île de Saint-Ninian, de l'archipel des Shetland, pourrait constituer la découverte la plus importante d'objets en argent datant du Moyen Age faite en Grande-Bretagne.

D'après un article écrit par un groupe d'archéologues britanniques dans « Antiquity », il s'agit d'un certain nombre de bols en argent, de broches, de garnitures de fourreaux, ainsi que l'un des plus beaux pommeaux connus, qui auraient été enfouis vers la fin du VIII[e] siècle de notre ère. L'un des fourreaux porte des inscriptions qui seraient celles du nom celte de son propriétaire, traduit en latin, et inscrit en lettres caractéristiques appelées « majuscules insulaires ». Ainsi donc, contrairement à ce que

l'on pensait jusqu'ici, les îles Shetland auraient été habitées dès le VIIIe siècle.

Ce trésor a été mis au jour auprès des ruines d'une église du XIIe siècle.

● *Ruban thermoplastique pour enregistrement.* — W. E. Glenn, de la « General Electric Company », a récemment décrit dans le « Journal of applied Physics » un nouveau type de ruban d'enregistrement. Le système enregistreur comporte un mince pinceau d'électrons balayant le ruban en mouvement et produisant à sa surface une série de tracés de charges négatives. La surface est constituée d'une matière thermoplastique pouvant être alternativement fondue et solidifiée. Immédiatement sous cette couche se trouve un isolant thermique chargé positivement. Le ruban, après passage sous le faisceau scripteur, traverse un dispositif de chauffage par induction qui fond la couche supérieure. L'attraction électrostatique entre les charges des deux couches imprime dans la matière fondue une série de microsillons analogues à ceux d'un disque. Le ruban est alors refroidi, figeant ainsi l'inscription. L'ensemble du processus ne dure pas plus d'un centième de seconde et l'on obtient un film transparent avec un tracé en noir et blanc de densité variable et susceptible d'être projeté en donnant alors une image analogue à celle de la télévision. Le ruban peut aussi être retransmis comme celui d'un magnétophone ordinaire. Il combine ainsi les avantages du magnétophone et ceux du cinéma, et l'on peut en tirer autant de copies que d'un quelconque film photographique.



SCIENCES MATHÉMATIQUES

Jean-Claude ARON. — Pour initier aux mathématiques faut-il dorer la pilule? Un volume format 18,5×14, 156 pages. Ed. du Scorpion.

La pilule mathématique offerte aux débutants des classes du second degré est-elle d'aspect si peu engageant qu'il faille l'enrober de dehors flatteurs ? Telle est la question à laquelle M. Jean-Claude Aron se propose de répondre dans un ouvrage de dimensions modestes, divisé en deux parties sous les titres de Psychologie et de Didactique.

La première partie montre, d'abord, l'auteur aux prises, dans une laborieuse initiation mathématique, tant avec ses propres enfants qu'avec plusieurs élèves dont il s'occupe particulièrement. « Difficiles à prévoir, difficiles à diriger, ils sont même difficiles à comprendre ». Et le professeur, découragé, décide de consulter un collègue ami, « homme un peu étrange, aux idées souvent tranchantes », qui porte le nom belliqueux de Krieger.

Suivent quatre entretiens, essentiellement sur le concret, la logique, l'effort vers l'intelligence mathématique et les problèmes de découverte. Part importante de l'ouvrage, où le combatif Krieger, donnant libre cours à sa fougue et à son mordant, dresse, le plus souvent, un assez sévère réquisitoire à l'encontre des méthodes actuellement préconisées, et de plus en plus répandues, dans l'enseignement mathématique du premier cycle scolaire.

Didactique, enfin, présente en une quarantaine de pages, non certes un « système » (l'auteur rejette tout système), du moins un ensemble de conseils pédagogiques, appuyés de quelques exemples, et de remarques « de métier » se rapportant à différentes questions des programmes d'algèbre et de géométrie.

Disons tout de suite que l'auteur a su parfaitement éviter ce qu'il dénonce lui-même, dans sa préface, comme le péril majeur de son sujet : celui d'être ennuyeux. Le style alerte et sûr, la présentation variée, l'entraînante vivacité du dialogue rendent fort agréable à lire et souvent divertissant un ouvrage, exempt de tout pédantisme, qui abonde en remarques pédagogiques pleines de finesse et d'intérêt.

Le lecteur souscrira-t-il, cependant, aux jugements formulés et, d'une façon générale, aux thèses qui sont celles de M. Aron ? C'est à lui de répondre. Nous pensons, pour notre part, que celles-ci appellent parfois des réserves. Il ne nous apparaît pas, en particulier, pour nous tenir à un seul point, fort important il est vrai, qu'un enseignement de premier cycle directement rattaché au concret complique et alourdisse inutilement le résultat abstrait qui doit seul subsister. L'élève réfractaire aux mathématiques l'est, croyons-nous, moins souvent par défaut d'intelligence que par manque d'intérêt à l'égard de notions abstraites, prématurément présentées, et qui lui paraissent à peu près vides de sens. Le recours au concret, immédiatement suivi d'une exploitation vers l'abstrait, permet, à notre avis, de mieux « faire passer » celui-ci, en mettant au départ, dans les mots, les signes et les règles, un contenu proche des intérêts ordinaires de l'enfant. L'art du professeur s'exercera utilement à bien assurer ce passage.

NOUVEAUTÉ :

EXERCICES ET PROBLÈMES DE MATHÉMATIQUES

(avec leurs solutions)

A L'USAGE des ÉLÈVES de SCIENCES EXPÉRIMENTALES

par

A. COMBES
Professeur au Lycée Voltaire

Volume 14 × 22 cm, de VII-272 pages .... **11 NF**



Cet ouvrage rendra un service apprécié aux élèves de la classe de Sciences expérimentales. L'auteur a suivi strictement le programme ; les exercices proposés sont exactement dans l'esprit de ce qui est demandé au Baccalauréat : applications du cours plutôt que problèmes.



SOMMAIRE

Arithmétique : 73 problèmes. — Algèbre : 27 problèmes. Trigonométrie : 24 problèmes. — Dérivées, différentielles : 17 problèmes. — Primitives, calculs d'aires : 13 problèmes. — Fonctions logarithmique et exponentielle : 22 problèmes. — Cinématique : 14 problèmes. — Cosmographie : 13 problèmes. — Compléments : 9 problèmes.

RAPPEL :

CLASSE DE SECONDE .... **8 NF**
CLASSE DE PREMIÈRE (1re partie du Baccalauréat). **10 NF**

VUIBERT **63, Bd SAINT-GERMAIN, 63 - PARIS-V^e**

Que celui-ci ait ou non choisi d'orienter ainsi son enseignement, nous ne doutons pas, de toutes façons, qu'il trouve dans l'ouvrage de M. Aron, qui vaut d'être lu et donne à réfléchir, d'intéressants et judicieux conseils.

A. HOULEZ.

H. ARZELIÈS. — Etudes relativistes. La dynamique relativiste et ses applications. Fascicule II : Le problème de mouvement en dynamique du point lentement accéléré. — Un vol., in-8°, 34-451 p., 188 fig., Paris, 1958, Gauthier-Vilars, édit. Prix, 6 000 fr. (60 N.F.).

Dans ce volume, M. Arzeliès reprend l'étude de la dynamique du point matériel en remplaçant systématiquement les lois de la mécanique newtonienne par celles de la relativité restreinte. M. Arzeliès détermine et analyse les mouvements de la mécanique relativiste en admettant des formes analytiques données a priori pour les formes déterminant le mouvement. Des calculs très détaillés, exercices scolaires, décrivent les caractères des mouvements des particules chargées dans les champs électriques ou magnétiques statiques uniformes ou non et dans quelques cas de champ électrique dépendant du temps ou de la vitesse. L'analyse des chocs élastiques ou non élastiques est détaillée suivant des méthodes anciennes.

Une bibliographie très abondante accompagne chaque sujet traité. Une attitude polémique de l'auteur, parfois assez véhémente, donne un certain attrait à la lecture de cet ouvrage.

G. PETIAU.

G. BESSIÈRE. — Le calcul intégral facile et attrayant. — Un vol. 218 pages, 52 figures. Dunod, Paris, 1959 .Prix : 6,40 N.F.

L'auteur s'est efforcé de présenter une théorie élémentaire de l'Analyse ; la méthode qu'il emploie permet à tout lecteur, possédant quelques rudiments d'algèbre et de géométrie, de s'initier sans aucun effort aux subtilités du calcul différentiel et intégral.

J. BOSCHER. — Résolution par analogie électrique d'équations aux dérivées partielles du quatrième ordre intervenant dans divers problèmes d'élasticité. — Préface de M. J. Pérès. — Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air., n° 348. — Un fasc., 130 p., 76 fig., 1958.

M. J. Boscher a mis au point une nouvelle méthode de calcul par analogie électrique des solutions de certains types d'équations aux dérivées partielles du quatrième ordre dont la plus simple est l'équation biharmonique. La méthode de M. Boscher, appelée méthode des réseaux superposés, associe deux réseaux d'impédances différentes réunis nœud à nœud par des résistances de grandes valeurs et alimentés d'une façon convenable. La théorie de la réalisation de ces réseaux et les montages correspondants sont décrits en détail. Trois applications principales sont examinées : la détermination de la fonction d'Aisy en élasticité plane, l'étude des problèmes de flexion des poutres, la déformation et les vibrations des plaques élastiques.

G. PETIAU.

Gustav DOETSCH. — Introduction à l'utilisation pratique de la Transformation de Laplace. — Avec un **Appendice : Tables de correspondance par R. Herschel.** — Traduit de l'allemand par **Maurice Parodi.** — Un vol. 198 p Paris 1959, Gauthier-Villars, édit. Prix : 35 N.F.

La transformation de Laplace joue un rôle très important dans de nombreux domaines des mathématiques appliquées notamment comme procédé de résolution des équations différentielles et des systèmes différentiels C'est pourquoi M. G. Doetsch, auteur de remarquables études mathématiques sur la transformation de Laplace, a rédigé spécialement cet ouvrage sous forme de précis à l'usage des ingénieurs en laissant de côté les démonstrations purement de rigueur mathématique et en attribuant la plus grande impor-

tance aux techniques de calcul. M. Parodi, auteur lui-même d'une très belle « Introduction à l'Analyse symbolique », a donné une excellente traduction du livre de M. Doetsch.

La première partie qui expose les méthodes générales d'utilisation de la transformation de Laplace après son introduction, ses propriétés générales et ses règles de calcul développe des exemples de son application à l'étude des équations différentielles, des équations aux dérivées partielles, des équations intégrales, à l'étude du comportement asymptotique des fonctions et aux problèmes de recherche de solutions stables.

La seconde partie (p. 133-198) rassemble sous forme de tables les principales correspondances fonctionnelles déduites de par la transformation de Laplace.

G. PETIAU.

J. HADAMARD. — Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique. — 1[re] Edition française revue et augmentée par l'auteur. — Un vol. in-8° broché, 135 p. 14×22, A. Blanchard, Paris, 1959. Prix : 8 N.F.

Comme Poincaré l'avait dit un jour (il y a plus d'un demi-siècle) à la Société de Psychologie, ce qui importe au psychologue, « ce n'est pas le théorème, ce sont les circonstances « ». Après avoir repris ce thème au Centre de Synthèse en 1937, M. Jacques Hadamard en a traité plus à fond en 1943, à New-York, dans une série de cours professée à l'Ecole Libre des Hautes Etudes.

Voilà pourquoi, grâce aux soins de Mlle Jacqueline Hadamard, ce beau livre paraît pour la première fois en français. Son originalité vient de sa position à la rencontre de deux versants, celui de la psychologie et celui des mathématiques.

A la suite de vues générales et enquêtes éclairant la nature du problème, l'auteur y pénètre graduellement. Ayant rappelé que la mémoire appartient au domaine de l'inconscient, dont la réalité est indubitable, il note que l'invention, voire la découverte, adviennent par combinaisons d'idées, selon un choix dont la fécondité tient à un hasard qui se produit dans l'inconscient. Souvent, après un travail conscient qui a mûri certaines parties du sujet, une illumination soudaine transfigure un champ perçu comme dans la brume et le chercheur a la brusque révélation d'une structure sous-jacente : elle fut celle d'une géométrie, pour un espace à courbure constante chez Poincaré, en arrêt devant une question de groupes discontinus, réductible à un type de pavage d'un tel espace, elle fut celle d'un volume n-dimensionnel pour Hadamard, qui voulait majorer la valeur d'un terminant impliqué dans le terme général de la série révolvante d'une équation intégrale linéaire.

Il y a d'ailleurs dans la recherche pas mal d'échecs et tout cela suggère en définitive une lutte, souvent inégale, à laquelle participent logique et hasard. Voilà pourquoi le chercheur accorde un grand prix aux représentations concrètes, dont l'appui favorise l'effort de « pensée concentrée » qu'il doit déployer. Les mots, les notations, les images mentales ont ici leurs rôles. Une concordance opportune entre ces divers aspects aide à la synthèse où la découverte viendra s'inscrire.

La complexité d'une étude générale apparaît d'ailleurs en notant la diversité des esprits mathématiques et les cas paradoxaux d'intuition, comme l'a fait l'auteur.

En terminant, il exprime ses vues personnelles sur la direction générale donnée à la recherche. Riche substance, dans un cadre restreint ! Le lecteur y trouvera matière à d'utiles réflexions.

Il peut au demeurant relire l'ouvrage de M. G. Polya, **Mathématique et raisonnement plausible** (1). Il verra que la recherche de M. Hadamard peut s'étoffer en mainte direction.

G. BOULIGAND.

(1) Rev. Gén. des Sc., t. LXVI, p. 216, 1959.

L. MARIOT. — Groupes finis de symétrie et recherche de solutions de l'équation de Schrödinger. — Un volume 114 pages, 8 figures, Dunod, Paris, 1959. Prix : 9,60 N.F.

L'auteur procède, tout d'abord, à un exposé élémentaire de la théorie des groupes finis, des groupes ponctuels et spatiaux de la cristallographie. Puis, après avoir rappelé les principes de la méthode d'approximation variationnelle en mécanique quantique, il montre comment la considération du groupe spatial associé au système proposé permet de trouver les caractéristiques fondamentales des fonctions d'onde du système.

Dans la dernière partie, un procédé particulier d'approximation variationnelle (le procédé des « ondes planes orthogonales ») est utilisé pour traiter avec beaucoup de détail un exemple précis : la recherche des niveaux énergétiques de conduction et de valence du diamant. Le lecteur pourra suivre avec profit l'application pratique des notions exposées précédemment.

SCIENCES PHYSIQUES

G. CHARLOT, J. BADOZ-LAMBLING et B. TREMILLON. — Les réactions électrochimiques. Méthodes électrochimiques d'analyse. — Un vol. 17×25 cm., 396 pages, édit. Masson et Cie, Paris 1959, broché 60 N.F., cartonné toile 68 N.F.

Cet ouvrage expose les moyens dont dispose l'électrochimie pour étudier les problèmes qui se posent au chimiste dans la pratique.

On sait que les réactions électrochimiques peuvent être caractérisées au moyen de courbes intensité-potentiel à une électrode donnée. Les auteurs ont développé dans la première partie de l'ouvrage une systématique en ce qui concerne ces réactions, sur lesquelles on peut agir grâce à un certain nombre de facteurs : nature de l'électrode, réactions chimiques variées, etc...

Ensuite, les applications sont abordées : potentiométrie, ampérométrie, coulométrie. Les auteurs passent alors à l'application des courbes intensité-potentiel, à l'attaque des métaux, à la réduction par les métaux et les amalgames, à la catalyse électrochimique, aux séparations par électrolyse, aux préparations par électrolyse.

OFFIce international de
documentation et LIBrairie
48, rue Gay-Lussac — PARIS (5e) ODÉ. 91.30
LIVRES POUR QUELQUES SCIENCES
PÉRIODIQUES SCIENTIFIQUES
PAR ABONNEMENTS

VIENT DE PARAITRE :

MONOGRAPHIES DUNOD

MAGNÉTOHYDRODYNAMIQUE

PAR **T. G. COWLING**
Université de Leeds

TRADUIT DE L'ANGLAIS PAR
P. et S. SOUFFRIN

VIII-124 pages 11 × 16, avec 17 figures. Relié toile souple .... **11 N.F.**

PRÉCIS DE
CHIMIE ORGANIQUE GÉNÉRALE

PAR **C. PRÉVOST**
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

VI-141 pages 11 × 16, avec 11 figures. Relié toile souple ...... **12 N.F.**

LES MÉCANISMES RÉACTIONNELS EN CHIMIE ORGANIQUE

PAR **B. TCHOUBAR**
Maître des recherches au C.N.R.S.

X-221 pages 11 × 16, avec 13 figures. Relié toile souple ...... **16 N.F.**

COMPOSÉS ORGANOMÉTALLIQUES

PAR **G. E. COATES**
Professeur de Chimie à l'Université de Durham
TRADUIT DE L'ANGLAIS PAR **G. CHAPAS**
Docteur ès Sciences physiques

X-256 pages 11 × 16, avec 7 figures. Relié toile souple .... **19 N.F.**

En vente dans toutes les bonnes librairies et chez

DUNOD **Editeur, 92, rue Bonaparte, PARIS (6e)**

Un chapitre est consacré aux méthodes électrochimiques récentes chronoampérométrie, chronopotentiométrie, polarographie oscillographique, polarographie avec tension alternative surimposée, polarographie par redissolution anodique.

Le dernier chapitre traite de l'utilisation de solvants variés en électrochimie : un domaine étonnamment vaste s'ouvre ici auquel on peut prévoir un grand avenir.

Ouvrage remarquable, que tout chimiste devra avoir dans sa bibliothèque.

Marc LAFFITTE.

A. KRAMISH. — Atomic Energy in the Soviet Union. — Un vol. 232 p., The Rand Corporation et Standard University Press, 1959. Prix : $ 4,75.

Cet ouvrage de documentation générale expose pour un large public le développement de la physique nucléaire et des techniques associées en U.R.S.S. depuis 1930.

Puisant ses renseignements soit dans la presse américaine ou russe les informations contenues dans ce livre très intéressantes dans la mesure où elles donnent une vue d'ensemble comparée du développement dans les recherches nucléaires en U.R.S.S. et aux U.S.A. ne doivent être acceptées qu'avec réserves lorsqu'elles touchent aux domaines des recherches secrètes. L'état actuel des moyens des recherches spécialisés, instituts, centres particuliers, projets, etc.... semble être décrits avec leur importance exacte d'après ce que l'on peut en connaître suivant les physiciens français ayant séjourné en U.R.S.S. Un des problèmes fondamentaux n'est toutefois pas abordé : la valeur du personnel scientifique et technique et surtout la valeur des cadres supérieurs qui orientent et suscitent le développement futur. C'est de cette valeur seule que viendra éventuellement la suprématie technique.

G. PETIAU.

J.P. MATHIEU et M.M. JANOT. — Constantes sélectionnées. Pouvoir rotatoire naturel. IV Alcaloïdes. — 1 vol .cartonné 21×27 cm., 212 pages, Pergamon Presse, Paris, 1959. Prix : 110,40 N.F.

Ces tables de constantes, relatives aux alcaloïdes, constituent aussi un répertoire d'alcaloïdes, y compris beaucoup de ceux inactifs sur la lumière polarisée ou dont le pouvoir rotatoire n'a pas été déterminé, à condition toutefois qu'une formule élémentaire leur ait été attribuée. La table pourra être ainsi complétée lorsque de nouvelles précisions seront publiées. Les pouvoirs rotatoires spécifiques retenus ont été sélectionnés dans les mémoires originaux sans faire appel aux pharmacopées. On a en effet estimé préférable de donner les valeurs indiquées, par les auteurs, car elles correspondent au meilleur degré de pureté.

J.C. POCKER et E. SCHATZMAN. — Astrophysique générale. — Un volume, 756 pages, 396 figures, Manon, Paris, 1959.

Cet ouvrage se présente comme un traité très complet de tout ce qui peut conduire à la connaissance de l'univers.

Les auteurs font d'abord un rappel des notions physiques de base, puis des instruments et des méthodes d'observation. Ils étudient ensuite les propriétés intrinsèques des étoiles et conduisent un examen d'ensemble des systèmes d'étoiles. Ils terminent par une étude détaillée du soleil et du système solaire.

Cet important travail aura certainement le succès qu'il mérite.

H. ROUSSELOT. — Répartition du potentiel et des courants dans les électrolytes, préface de L. Malavard. — Un volume, 100 pages, 74 figures, Dunod, Paris, 1959. — Prix : 9,80 N.F.

Les manuels classiques d'électrochimie et d'électrolyse ne traitent que très superficiellement le problème de la répartition du potentiel et des courants dans les électrolytes. Dans cet intéressant ouvrage l'auteur s'est attaché à combler cette lacune.

D.O. WOODBURY. — Les machines s'en chargeront, traduit de l'anglais par E. Bernard. — Un volume, 314 pages, nombreuses figures, Dunod, Paris, 1959. — Prix : 14,80 N.F.

L'objet de cet ouvrage est à faire connaître les principes et les utilisations déjà nombreuses des machines électroniques. Présentant un tableau complet de leur histoire, des résultats qu'elles ont permis d'obtenir et des perspectives qu'elles offrent, cet ouvrage, qui n'est pas un exposé scientifique, contient des idées et des renseignements accessibles à tous.

SCIENCES NATURELLES

Paul BOUGIS. — Atlas des Poissons marins. — 2 volumes illustrés de 24 planches en noir et de 24 planches en couleurs. — Paris, 1959, Boubée, édit.

Un nouvel Atlas des Poissons Marins vient de paraître aux Editions N. Boubée pour remplacer les fascicules I et II du Petit Atlas des Poissons de L. Bertin. Il a été conçu et rédigé par M. Paul Bougis, sous-directeur de la Station Zoologique de Villefranche-sur-Mer.

Le premier tome débute par une étude générale des Poissons (forme du corps, téguments, squelette et muscles, nageoires, appareil digestif, appareil respiratoire, appareil circulatoire, système nerveux, organes des sens, reins, organes génitaux, etc...). Les principales notions anatomiques et physiologiques sont données avec beaucoup de clarté et de précision. Puis vient l'exposé des grandes lignes de la classification moderne des Poissons vivants et fossiles. Pour cette partie, l'auteur a complètement abandonné la classification utilisée dans l'ancienne édition et a adopté les principes de la classification la plus récente : celle de L. Bertin et C. Arambourg. Enfin, l'auteur termine le premier tome par l'étude détaillée d'un certain nombre de familles notamment des Requins, des Raies, des Clupeidæ, des Gadidæ et des Pleuronectes, tous de grande valeur économique.

Le second tome continue l'étude détaillée des différentes familles, en particulier de celles qui constituent l'ordre des Perciformes. Puis viennent une série de chapitres particulièrement intéressants sur la biologie des Poissons. L'auteur expose l'intérêt de ces problèmes pour la pêche et l'exploitation rationnelle des mers. Enfin, le tome II s'achève par une série d'indications pratiques pour les collectionneurs et par un glossaire des noms régionaux des Poissons marins des côtes de France.

L'illustration est très riche. Les 24 planches en couleurs, hors-texte, de Ch. Yver, qui illlustraient l'ancienne édition, ont été réutilisées. De plus, 24 planches photographiques en noir et blanc et cent deux dessins au trait figurent maintenant dans le nouveau texte.

Des clés de détermination permettent de mettre un nom rapidement sur tous les Poissons des côtes françaises, même pour les non-spécialistes. La table des matières est complétée par un index des noms de familles, des noms de genres et des noms vulgaires, rendant très commode la consultation des deux tomes.

Souhaitons qu'un public nombreux soit intéressé par des notions d'ichthyologie moderne aussi judicieusement présentées.

M. BLANC.

F.E. CROXTON. — Elementary statistics with applications in medicine and the biological sciences. — Un vol. 20×13,5, 376 pages, 101 fig., 55 tabl. Dover publ., 180, Varick Street (New York), 1 dollar 95.

Cet ouvrage est particulièrement destiné aux médecins et aux biologistes qui ont à appliquer les règles fondamentales du calcul statistique et il a été conçu de manière à pouvoir être utilisé par un lecteur ne possédant pas de connaissances préalables en statistique et pour lequel les notions de base de mathématiques sont modestes.

Les exemples pratiques sont extrêmement nombreux et accompagnés des détails relatifs aux manipulations numériques. Après une centaine de pages consacrées à la statistique descriptive (graphiques, réduction des données expérimentales, détermination des moyennes, modes, écarts quadratiques, etc.), les principales méthodes concernant la corrélation, les distributions, les tests d'hypothèse et de signification, se trouvent exposées et appliquées. Signalons encore en appendice l'existence des tables numériques les plus couramment utilisées par les statisticiens (distribution normale, tests t et de X^2, etc.).

Il n'est pas douteux que les cas nombreux et variés qui se trouvent analysés au cours des divers chapitres serviront utilement de modèles à tous ceux qui s'intéressent à l'interprétation statistique moderne.

J. GUY.

R. DAJOZ. — La vie dans les fonds marins. — Savoir et connaître.

Homme libre, toujours tu chériras la Mer !...

Cette injonction du poète, l'Homme y a largement souscrit à travers les siècles. A la suite des pionniers, comme Christophe Colomb, Magellan, Vasco de Gama, de nombreux navires de toutes les nations ont parcouru toute l'étendue des mers qui, dès la fin du siècle dernier, nous était déjà parfaitement connue.

Cependant, les fonds marins, sans doute faute de moyens techniques, ne semblent pas avoir été l'objet de la même curiosité et il a fallu attendre la moitié du XI[e] siècle pour voir se développer cette science de l'Océanographie.

Née en 1810, dans l'officine d'un pharmacien niçois, l'Océanographie connaît aujourd'hui un prodigieux essor et notre époque, au moment où s'envolent les premiers engins intersidéraux, est également celle de la conquête du monde abyssal.

C'est dans ce monde mystérieux que nous entraîne D. Dajoz, dans son livre, « La vie dans les fonds marins ».

Après un historique des explorations sous-marines et la description des engins modernes de prospection, l'auteur fait défiler, au long des pages, comme devant le hublot du bathyscaphe, les échantillons les plus curieux de la faune des différentes zones abyssales. A côté de bien d'autres, nous rencontrons le célèbre Cœlacanthe, les Pogonophores, les animalcules du plancton, les seiches abyssales, tous animaux dont malheureusement la représentation, faite uniquement de schémas, ne peut nous donner qu'un faible aperçu de la richesse et de l'étrangeté des formes.

L'auteur nous précise également les conditions de vie dans les abysses : température, densité, mouvements, lumière, pression, facteurs qui ont modelé de façon si surprenante les caractères de cette faune, particulièrement en la rendant capable de supporter d'énormes pressions. Cependant tout ce monde, qui pourrait paraître si étranger au nôtre, y reste lié par ce qui constitue la source universelle de toute vie, le soleil et la chlorophylle, et fait donc partie de ce cycle vital dans lequel les bactéries du fond jouent un rôle similaire à celles du sol en élaborant les phosphates et les nitrates à partir des matières organiques.

Dans un dernier chapitre, enfin, sont rassemblés quelques faits destinés à apporter un peu de consistance et de justification aux histoires de monstres marins.

Livre d'attachante vulgarisation au long des pages duquel on découvrira les multiples aspects de la vie et des richesses que recèlent les fonds marins, trésors dont l'Homme a peut-être déjà entrepris l'anéantissement en transformant les abysses en poubelles à déchets radio-actifs !

J. SAVEL.

Maurice DUBOIS. — Le Jura méridional : Etude morphologique. — 1 volume in-8, 642 pages, 43 figures, 32 photos, 3 cartes. Paris, 1959, Editions Sédès (Prix : 36 N.F.).

L'étude morphologique du Jura méridional (essentiellement le Bugey et le Revermond) débute nécessairement par un chapitre tectonique.

La tectonique du Jura méridional est originale, non seulement par la vigueur des poussées tangentielles, mais parce que l'influence énorme du socle profond et des jeux de blocs se fait partout sentir à travers la diversité des styles.

La tectonique n'est pas seule à assurer sa personnalité au Jura méridional. La morphologie n'y est pas moins originale, puisqu'on y trouve un mélange de formes habituelles aux montagnes jeunes et aux vieux plissements, mais encore des types de relief connus dans des régions hercyniennes ou dans des plateaux comme les Causses.

L'auteur souligne l'importance des aplanissements sur les sommets, où les formes structurales pures ne sont que très rarement conservées. Ce ne sont partout que des voûtes rabotées, des couches tranchées en biseau, et la notion de surface d'érosion l'emporte souvent sur la réalité des plis (sauf bien entendu, en ce qui concerne les lignes directrices, calquées sur la tectonique). Il existe pourtant des formes de relief plissé, mais toujours dissymétriques, puis des complications locales résultant de décollements et de petits chariages. Ailleurs on voit apparaître un relief appalachien typique, et ailleurs encore des régions tabulaires et faillées.

L'érosion glaciaire a peu marqué le Jura méridional ; par contre, l'érosion karstique a exercé une influence décisive, ainsi qu'un creusement et un remblaiement pliocènes. Le Jura méridional offre ainsi, presque intacte, une morphologie de vallées pliocènes qui n'existe plus dans les Préalpes de Savoie et même dans la majeure partie des chaînes plissées Le chapitre sur les phénomènes karstiques et les conséquences de la glaciation würmienne est très nouveau.

Il y a là une étude extrêmement fouillée d'une belle région qui, jusqu'ici, avait plus intéressé les géologues que les géographes. Nous remercions M. Maurice Dubois de nous avoir donné cette belle synthèse.

R. FURON.

P.-H. FISCHER. — Les animaux d'Australie, la faune la plus curieuse du monde. — Bibliothèque scientifique. — Payot, éditeur.

« Les animaux les plus archaïques sur le continent le plus ancien ». Telle est la définition que nous donne, dès la première ligne, l'auteur de cet ouvrage consacré à une « terre que la nature a faite une Utopie Marsupiale... ».

C'est en effet à la présentation et à l'étude de la biologie des Marsupiaux et des Monotrèmes qu'est réservée la partie essentielle de son livre passionnant. En ce qui concerne les premiers, alors que ces mammifères inférieurs ont peu à peu disparu des autres continents, si l'on excepte la Sarigue américaine, nous découvrons ici, « non seulement les équivalents marsupiaux des Sarigues ou des formes fossiles, mais tout un monde inouï de formes animales de ce groupe, infiniment variées dans leur taille, leur aspect et leur mode de vie ». Mais le moins curieux n'est pas l'exemple surprenant et particulièrment démonstratif que nous offre les Marsupiaux du phénomène de convergence morphologique. Les

Marsupiaux d'Australie se sont, pour leur compte, différenciés de façon similaire et parallèle aux Mammifères des autres continents ; P. H. Fischer nous en rappelle maintes illustrations typiques : il nous présente des taupes et des rongeurs qui sont d'authentiques marsupiaux, des Kangourous qui ont le comportement craintif des antilopes des savanes africaines, avec le même regard limpide et le même museau délicat, le « Possum » qui ressemble à notre écureuil et le Kaola à l'aspect d'ours qui évoque le « Paresseux » sud-américain.

Quant aux Monotrèmes, ces Mammifères qui pondent des œufs, ils ne sont plus représentés que par deux formes, l'Ornythorhynche et l'Echidné à partir desquelles l'auteur nous montre comment on a pu passer du groupe des Reptiles et des Oiseaux à celui si différent des Mammifères.

A côté de ces originalités s'en tiennent d'autres que l'auteur nous présente : lézards géants comme le Varan, oiseaux archaïques comme le Casoar et l'Emeu, jusqu'aux animaux marins qui comptent dans leur rang de véritables fossiles vivants, les Trigonies parmi les Mollusques, le Ceratodus, un Dipneuste, parmi les Poissons.

Le chapitre réservé aux « animaux importés », dans lequel le Dingo et les Lapins tiennent la vedette, amène l'auteur à considérer, dans les dernières pages de son ouvrage, le déséquilibre latent dont souffre la faune australienne entre les espèces autochtones en danger de disparition et les animaux importés à grand potentiel d'expansion.

Et pour une fois, l'Homme a su donner, en Australie, l'exemple de la sagesse et du véritable amour de la vie. La création de Parcs nationaux qui sont appelés du nom évocateur de Sanctuaires, a scellé l'amitié entre les hommes et les animaux, signe sous lequel la légende a placé la venue de l'Age d'Or sur la Terre...

J. SAVEL.

Jean GOGUEL. — Application de la Géologie aux Travaux de l'Ingénieur. — Un volume in-8°, 358 pages, 118 figures, Paris, 1959, Editions Masson. Prix : 43 N.F.

La géologie est une chose et l'art de l'ingénieur en est une autre, et personne ne peut tout savoir. Cependant, l'ingénieur de travaux publics a souvent besoin de la collaboration des géologues ; il arrive qu'il l'ignore. C'est ici que ce livre prend toute son importance. Il ne tente pas d'exposer la géologie à des ingénieurs, mais d'attirer leur attention sur tous les cas où les données de la géologie leur sont utiles et leur permettre de mieux comprendre la portée des indications des géologues-conseils. Les géologues ne seront pas moins intéressés, sans oublier les architectes, pour qui ce sera une révélation.

La première partie traite des méthodes d'étude et reconnaissance ; la seconde passe en revue les propriétés des roches utilisées en construction ; la troisième est consacrée aux phénomènes géologiques qui continuent à se produire et jouent un rôle dans la durée d'un ouvrage.

C'est donc un livre extrêmement utile et qui a eu la chance d'être écrit par un auteur parfaitement qualifié, étant ingénieur des Mines et géologue, professeur de Géologie appliquée, ingénieur géologue-conseil directeur du Service de la Carte géologique de la France. C'est un enrichissement notable de nos bibliothèques géologiques.

R. FURON.

HAYASHI (T.), editor. — **Subcellular particles.** — Un volume, 213 p., 94 fig., The Ronald Press Company, édit., New York 1959. Prix : 6 $.

Dans ce volume sont rassemblés les rapports présentés au symposium de la « Society or General Physiologistes » qui s'est tenu à Woods Hole en juin 1958 et dont le sujet était l'étude des relations existant entre l'ultrastructure de certaines particules cytoplasmiques et leurs fonctions. Une certaine structure semble nécessaire à l'accomplissement de diverses étapes du

métabolisme cellulaire : à l'utilisation des enzymes, par exemple, qui, si elles étaient libres, provoqueraient l'autolyse de la cellule et, d'une manière générale, à toutes les activités cellulaires d'où résulte une transformation d'énergie. Pendant longtemps, les techniques cytologiques classiques, trop peu sensibles, ne permirent guère d'aborder ce sujet mais le développement de la microscopie électronique, la séparation des divers constituants cellulaires par ultracentrifugation et la finesse des techniques actuelles de microanalyse chimique sont à l'origine d'importants progrès de notre connaissance du fonctionnement cellulaire. Comme le remarque un des auteurs (Novikoff) il devient de plus en plus difficile aujourd'hui de distinguer le cytologiste du biochimistes.

Les différents rapports présentés sont les suivants :

1. Etude des fonctions des particules subcellulaires in vivo (A. Novikoff).
2. Quelques caractéristiques des réactions enzymatiques aux interfaces (A. Mac Laren et K. Babcock).
3. Facteurs structuraux intervenant dans les réactions de polymérisation (S. Siegel).
4. Modification fonctionnelles de la structure des constituants cellulaires (G. Palade).
5. Structure et fonction des mitochondries (D. Green).
6. Rôle des éléments figurés au cours des phosphorylations de la photosynthèse (M. Kamen et J. Newton).
7. Etudes biochimiques de membranes de Golgi isolées (E. Kuff et A. Dalton).
8. Les lysosomes, nouveau groupe de particules cytoplasmiques (C. de Duve).
9. Réactions intermédiaires dans la synthèse des protéines (M. Stephenson, L. Hecht, J. Littlefield, R. Loftfield et P. Zamecnik).
10. Etude, in situ, de la synthèse des polynucléotides dans le nucléole et les chromosomes (J. Taylor et P. Woods).
11. Propriétés biochimiques du noyau isolé (V. Allfrey et A. Mirsky).

Ces différents rapports concernent généralement, on le voit, des fonctions fondamentales, communes aux différents types de cellules. Il n'est pas possible ici d'analyser séparément chacun de ces exposés ; je voudrais toutefois souligner l'intérêt des premières notions acquises sur le rôle de l'appareil de Golgi (Kuff et Dalton) et sur les lysosomes (de Duve) et insister sur le bel exposé de Palade. Cet auteur souligne le fait que tous les événements physiologiques, qui s'accomplissent en dernière analyse dans des cellules, sont souvent accompagnés de modifications de structure qui méritent une étude attentive, susceptible de suggérer ou même d'indiquer clairement le rôle joué par ces structures dans l'économie générale de la cellule. Le succès de la Génétique, par exemple, illustre tout le profit qu'on peut tirer de l'étude simultanée de modifications structurales et des conséquences qui en résultent. Le développement des techniques de microscopie électronique doit permettre d'aller beaucoup plus loin dans l'étude des modifications fonctionnelles. C'est ce que Palade démontre par l'exemple des modifications structurales dans le pancréas exocrine.

On consultera cet ouvrage tant pour les résultats qu'il expose que pour les hypothèses qu'il suggère ; l'intérêt en est augmenté par le compte rendu des discussions qui suivirent chaque rapport.

G. DEYSSON.

J. A. JACOBS, R. D. RUSSEL, J. T. WILSON. — Physics and Geology. — 1 vol. in-8, 424 pages, nombreuses illustrations. New-York, Toronto et Londres, 1959, Mc Graw Hill Book Cy, éditeur. — (Prix : relié, 76 sh.).

Les livres de géologie décrivent habituellement la surface des continents. Ici, trois professeurs de Géophysique de l'Université de Toronto, riches d'informations géologiques, ont voulu montrer que la Terre est un corps vivant, dont on peut étudier l'anatomie et la physiologie.

La terre, vieille de 5 milliards d'années, est mise dans son cadre. La séismologie donne de bonnes indications sur sa structure interne. Ensuite,

des chapitres traitent de la pesanteur et de l'isostasie, de l'histoire thermique du Globe, du géomagnétisme (et du paléomagnétisme très étudié depuis quelques années), de la physique de la haute atmosphère, de la géochronologie, de l'utilisation des isotopes en géologie, de la géologie dynamique.

Les auteurs étudient ensuite la géologie sous-marine (courants de turbidité), sédimentation, canyons, guyots, arcs insulaires), ce qui les conduit à examiner la construction des continents autour de boucliers primitifs.

Un chapitre fort intéressant traite de l'origine du relief, examine toutes les théories anciennes et modernes. L'hypothèse des courants de convection est la plus en faveur. Une contraction légère n'est pas contestable, mais elle n'est pas forcément due au refroidissement. Une idée intéressante est émise : la surface originelle de la Terre (recouverte maintenant par l'écorce) serait indiquée par la discontinuité de Mohorovic. La nature et le rôle du métamorphisme sont encore à étudier. Les auteurs font remarquer que si les feldspaths étaient un produit du métamorphisme, ils provoqueraient une augmentation de volume considérable. R. Perrin, en France, a depuis longtemps proposé le métamorphisme, comme générateur de plissements. Les auteurs semblent oublier et ceci nous amène à regretter la rareté incroyable des références françaises dans les bibliographies des ouvrages américains. En tous cas, les lecteurs français prendront un très vif plaisir à la lecture de ce beau livre, qui constitue une excellente introduction à la Physique du Globe.

R. FURON.

LI H.L. — The Garden Flowers of China. — New York, 1959, The Ronald Press Cy; Frans Verdoorn, Consulting Editor. — Un vol., VI + 240 p., 50 fig., 16 pages de photogr. Prix : $ 6,50.

H.L. Li, après avoir été professeur en Chine et à Formose, est actuellement professeur de Botanique aux Etats-Unis, à l'Université de Pennsylvanie.

« La Chine a été appelée « la Mère des Jardins », tels sont les premiers mots de la Préface écrite par l'auteur. Le nombre des espèces horticoles originaires de la Chine est extrêmement élevé. Si les légendes et contes sont charmants en eux-mêmes, ils fournissent toujours cependant quelques idées sur la manière dont les plantes ont été « domestiquées ». Après ces indications et déductions, Li expose les renseignements fournis par les botanistes chinois des périodes historiques (dont il donne la chronologie), puis les données scientifiques même les plus récentes. Il tire l'illustration d'ouvrages dont voici quelques dates : 1108, env. 1238, 1406 ; mais pourquoi n'a-t-il précisé que certaines références ? Ces dessins et esquisses sont très expressifs, voir notamment pp. 54, 55 les divers stades depuis le bouton floral jusqu'à la chute des pièces florales du **Prunus mume** Sieb. ou Abricot du Japon. Noter aussi les reproductions photographiques (dessins sur soie ou sur papier, décorations de vases). En Chine, certaines plantes, par exemple : pêcher, chrysanthème, lotus, pivoines étaient vraisemblablement cultivées antérieurement à l'an 1000 avant J.-C.

Le chapitre 2 est un essai très condensé sur la littérature horticole chinoise. La majeure partie de l'ouvrage (ch. 3 à ch. 22) est consacrée à la présentation de très nombreuses espèces et variétés horticoles originaires de Chine ; tandis qu'un chapitre indique les espèces introduites en Chine (grenadier, laurier-rose, balsamine...), un autre, dont l'importance ne saurait échapper, signale les espèce chinoises introduites dans les jardins occidentaux. Chaque chapitre se termine par un index bibliographique des ouvrages récents.

Pour la bibliographie des ouvrages chinois antérieurs à 1850 (pp. 216-227), comme pour l'index des noms de plantes chinoises, les noms d'auteurs et les titres figurent en caractères chinois avec transposition en caractères latins et traduction en anglais.

Un index des noms d'espèces (scientifique et anglais) termine cet ouvrage très documenté et très vivant.

P. JOVET.

J. ROUCH. — **Les découvertes océonagraphiques modernes.** — 1 vol. in-8, 251 pages, 22 figures. — (Bibliothèque scientifique), Paris, 1959, Payot, éditeur. — (Prix : 1 600 francs).

On doit au Commandant Rouch un ouvrage classique : le Traité d'Océanographie physique, dont le troisième et dernier volume paru en 1948. Depuis dix ans, l'Océanographie a fait de très grands progrès et l'auteur nous donne aujourd'hui un excellent complément de son Traité.

Une introduction est consacrée à l'histoire des expéditions océanographiques récentes, dont les dragages ont singulièrement augmenté notre connaissance des faunes de grande profondeur. Le Bathyscaphe n'est pas oublié.

Ensuite les trois parties de l'ouvrage portent les mêmes titres que les trois volumes du Traité : Sondages, Eau de Mer, Mouvements de la mer.

Les sondages aux ultra-sons, contrôlés par des sondages par fil, ont montré l'existence de profondeurs supérieures à 10 000 mètres en plusieurs points du Pacifique. Les océanographes russes ont découvert la dorsale Lomonosov, qui divise l'Océan Arctique en deux bassins.

Les « carottiers » ont ramené des échantillons des fonds océaniques, de 10 à 15 mètres de longueur et les méthodes séismiques apportent des renseignements sur la densité des couches profondes.

Les températures et la nature de l'eau de mer ont été étudiées à toutes profondeurs. L'optique de la mer et la photographie sous-marine on fait de grands progrès.

Les études les plus précises montrent que le niveau des océans s'est élevé de 30 à 50 cm depuis 1900 et que si les inlandsis du Groenland et de l'Antartique venaient à fondre, le niveau moyen des océans s'élèverait de 50 à 60 mètres. Les courants marins sont plus compliqués qu'on ne l'imaginait. Il y en a que l'on connaît mieux comme le Gulf Stream, puis d'autres, sous-marins, qui réservent bien des surprises.

Bref, c'est un ouvrage scientifique qui a le rare mérite d'être captivant pour tous les lecteurs, y compris les non-spécialistes.

R. FURON.

RUDNICK (D.), editor. — **Cell, Organism and Milieu.** — Un vol., 352 p., 135 fig., The Ronald Press Company édit., New York, 1959. Prix : 8$.

Les communications présentées au 17[e] Symposium de la Société américaine pour l'étude du développement et de la croissance, qui constituent la matière de ce volume, concernent l'étude de la différenciation et de la croissance en réponse à des modifications chimiques du milieu. En tête du livre, les deux phrases suivantes, de Claude Bernard, définissent l'intérêt du sujet traité : « Ces conditions extrinsèques qui doivent être réalisées pour permettre à chaque élément vivant de fonctionner suivant sa nature sont très nombreuses, très délicates et très variables si l'on veut les préciser absolument dans le dernier détail. Il faudrait faire l'histoire de chaque individu cellulaire pour arriver à les connaître ».

Comme toujours dans les volumes de cette série, les types cellulaires considérés sont très variés ; ils vont ici de l'Hydre d'eau douce aux Insectes, aux Plantes et aux Mammifères.

Les sujets traités sont les suivants :

1. La différenciation en réponse au milieu biochimique (C.E. Wilde).
2. Le rôle des structures dans les mouvements cellulaires (H. Hoffmann-Berling).

3. Fonction enzymatique du tocophérol dans le tissu musculaire (A. Nason et F.D. Vasington).
4. Régulation du fonctionnement de l'utérus (A. Csapo).
5. Les adaptations des phosphatases acides et alcalines au cours du développement (F. Moog).
6. Chimie et physiologie des hormones de croissance chez les Insectes (H.A. Schneiderman et L. Gilbert).
7. Modification expérimentale du développement chez la racine (J.G. Torrey).
8. Croissance des fruits en relation avec les stimulations chimiques internes et externes (L.C. Luckwill).
9. Régulation de la croissance et de la différenciation par la tension du gaz carbonique et les variations du métabolisme qui y sont liées (W.F. Loomis).
10. Physiologie et biochimie du blastocyste de Mammifère (C. Lutwak-Mann).

Comme on le voit, ces rapports, très divers par leur sujet, reflètent tous une même préoccupation : l'étude des modifications du milieu qui sont à l'origine de la croissance et de la différenciation de cellules ou d'organismes. C'est pourquoi ce volume, de présentation soignée, sera appréciée par tous ceux qui s'intéressent aux grands problèmes de la Biologie.

G. DEYSSON.

R. SOYER et A. CAILLEUX. — Géologie de la région parisienne. — Un vol. in-16, 128 pages, 6 figures. Collection « Que sais-je ? », Paris, 1960, P.U.F. éditeur. Prix :

Le sujet n'est pas nouveau, mais il s'enrichit chaque jour d'observations nouvelles, de telle sorte qu'une bonne mise au point comme celle-ci apporte beaucoup de nouveautés.

La stratigraphie ne se contente plus de l'étude de la surface ou bien des renseignements apportés par quelques sondages. Nous avons maintenant des centaines de forages et en particulier des forages au pétrole depuis 1954. Les terrains ante-crétacés ont été traversés, jusqu'au socle granitique, d'âge inconnu, touché à 3.000 mètres de profondeur. Tout cela est inclus dans cette « géologie de la région parisiene », qui se termine par des chapitres de géologie appliquée (hydrogéologie et pétrole).

Ce petit livre est donc bien intéressant et rempli de documents que l'on ne trouve pas facilement ailleurs. Ce sera un nouveau succès pour la collection et pour les auteurs.

R. FURON.

GÉOGRAPHIE ET SCIENCES HUMAINES

J.J. HATT. — Histoire de la Gaule romaine (120 av. J.-C. - 451 apr. J.-C.). Préface de Jérôme Carcopino. — Un volume in-8°, 405 pages, 9 cartes et 8 planches hors-texte (Bibliothèque historique). Paris, 1959, Editions Payot. Prix : 28 N.F.

Pratiquement, la plupart d'entre nous connaissent l'histoire de la Gaule par les huit volumes de Camille Jullian, parus entre 1908 et 1926. Depuis dix ans, des fouilles comme celles de Vix (Côte-d'Or) nous ont beaucoup appris sur le monde celtique et les relations entre la Méditerranée et la Mer du Nord.

M. J.J. Hatt a étudié la Gaule romaine à la lumière des réalités contemporaines, ce qui lui permet de poser la question : colonisation ou colonialisme ? Il est évident que nos expériences actuelles nous permettent de mieux sentir les mécanismes des anciennes civilisations.

L'auteur montre comment l'Empire romain eut à lutter très tôt contre les Germains et à organiser sa défense périphérique. Jules César, qui était un

démocrate, souhaitait organiser la Gaule en Etats à autonomie interne, et constituer un Commonwealth. L'administration romaine n'étouffa pas l'originalité, la personnalité gauloise. Cent ans après la conquête, les Gaulois étaient de fidèles alliés des Romains et participaient à la lutte contre les Barbares. M. J.J. Hatt suit toute l'histoire pendant six siècles et montre le processus de désintégration de l'Empire romain : la corruption des cadres supérieurs, l'ambition effrénée des militaires toujours prêts à se révolter contre le pouvoir civil, l'égoïsme des possédants, « l'absence de civisme et la démoralisation des masses, résultats amers de l'injustice sociale et de la misère ». L'Empire romain a succombé parce qu'il n'a pas « su conduire une politique continue et cohérente à l'égard de ces peuples sous-développés qu'étaient les Germains ».

Grâce à sa compétence particulière d'historien, d'archéologue et de fouilleur, M. J.J. Hatt a écrit un livre « saisissant ».

R. FURON.

Paul WAGRET. — Les Polders. — 1 vol. in-8 332 pages, 89 figures (Collection « La Nature et l'Homme »), Paris, 1959, Dunod, éditeur (Prix : 18,50 N.F.).

Le mot **polder** évoque immédiatement les Pays-Bas et le « miracle hollandais ». Toutefois il existe des polders un peu partout, en France, en Allemagne, au Danemark, etc. Aussi bien, le problème traité ici est celui des rapports de la terre, de l'homme et de la mer. Les marais ont des caractères généraux et souvent l'homme a tenté (et réussi) la reconquête de zones trop humides pour être cultivées. Le grand exemple est évidemment celui des Hollandais qui luttent contre la mer depuis 2 000 ans et ont conquis systématiquement toutes les terres récupérables. Le Zuiderzee lui-même fut barré et poldérisé à partir de 1932. Les polders doivent encore être défendus contre les grandes marées, les tempêtes, le relèvement général du niveau des mers et les mouvements de subsidence. Cette protection multiple est assurée par les archéologues, les géologues, les agronomes, les océanographes, les physiciens, les hydrauliciens, etc. dispersés dans de nombreux laboratoires. La mise en valeur des polders pose aussi des problèmes techniques : le dessalement initial, le drainage, l'évacuation des eaux, la lutte contre les moustiques, l'alimentation en eau douce, l'administration et l'occupation du sol par l'homme.

L'ouvrage de M. Paul Wagret, fort agréable à lire (et instructif) est un hommage aux créateurs de polders et expose fort clairement tous leurs problèmes.

R. FURON.

Le Gérant : R. CONSTANS.

Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon. — N° 291.
Dépôt légal : 3e trimestre : n° 6495.